

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA

Nro 393

**TULOKSIA SUOMEN YMPÄRISTÖN
YHDENNETYSTÄ SEURANNASTA
KAUSILTA 1989/90 JA 1990/91**

Pirjo Ferin-Westerholm, Irina Bergström ja
Katariina Mäkelä (toim.)

Nro 393

**TULOKSIA SUOMEN YMPÄRISTÖN
YHDENNETYSTÄ SEURANNASTA
KAUSILTA 1989/90 JA 1990/91**

Pirjo Ferin-Westerholm, Irina Bergström ja
Katariina Mäkelä (toim.)

Toimittajat ja tiedontuottajat vastaavat julkaisun sisällöstä eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona

Julkaisua saa vesi- ja ympäristöhallituksen ympäristötietokeskuksesta

ISBN 951-47-5596-0
ISSN 0783-3288

Painopaikka vesi- ja ympäristöhallituksen monistamo, Helsinki 1992

Julkaisija

Vesi- ja ympäristöhallitus

Julkaisun päivämäärä

30.4.1992

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)

Pirjo Ferin-Westerholm, Irina Bergström ja Katariina Mäkelä (toim.)

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Tuloksia Suomen ympäristön yhdenntetystä seurannasta kausilta 1989/90 ja 1990/91. Resultat av integrerad miljöövervakning i Finland från perioderna 1989/90 och 1990/91.

Julkaisun laji

Raportti

Toimeksiantaja

-

Toimielimen asettamispvm

-

Julkaisun osat

-

Tiivistelmä

Ympäristön yhdenntetyn seurannan (YYS-) ohjelma on kansainvälinen ympäristön tilan seurantaohjelma, jossa seurataan kaukaa kulkeutuvien ilmansaasteiden vaikutuksia luonnontilaisissa ekosysteemeissä. YYS-ohjelma aloitettiin Suomessa vuonna 1987, mutta useimmat osahankkeet ovat käynnistyneet vasta vuosina 1988-1990. Seuranta-alueina, joita tällä hetkellä on viisi (neljällä toimintaa), ovat pienet luonnontilaiset valuma-alueet (ekosysteemit). Niillä tarkkaillaan kansainvälisesti hyväksytyn ohjelman ja menetelmien mukaisesti ilmaa, maata, vettä ja eliöstöä.

Tässä raportissa esitellään lyhyesti Suomen YYS-ohjelman osahankkeita ja tuloksia eri seuranta-alueilla kausina 1989/90 ja 1990/91. Osahankkeiden käsittelytavat poikkeavat toisistaan melko paljon; toisista on raportoitu lähinnä hankkeen nykytila, toisista on esitetty yksityiskohtaisempia tuloksia.

Asiasanat (avainsanat)

Yhdenntetty seuranta, ympäristö, ekosysteemit, seuranta, pitkän aikavälin tutkimus

Muut tiedot

Painopaikka: Helsinki

Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja Nro 393

ISBN

951-47-5596-0

ISSN

0783-3288

Kokonaissivumäärä

48 s.

Kieli

Suomi

Hinta

-

Luottamuksellisuus

Julkinen

Jakaja

VYH/Ympäristötietokeskus,
PL 250, 00101 Helsinki

Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus
PL 250, 00101 Helsinki

SISÄLLYSLUETTELO

		Sivu
1	ESIPUHE	7
2	SEURANNAN TOTEUTTAMINEN	7
	2.1 Koealajärjestelyt	7
	2.2 Laskeuma	13
	2.3 Puusto	13
	2.4 Kasvillisuus	13
	2.5 Sarmalten raskasmetallit	14
	2.6 Maaperä ja maavesi	14
	2.7 Lehvästösadanta ja runkovalunta	14
	2.8 Pintavesien fysiikka ja kemia sekä virtaama	15
	2.9 Vesibiologia	15
	2.10 Kalasto	15
	2.11 Ainetaseet	15
	2.12 Mallisovelluksia	16
3	ALUEKOHTAINEN TARKASTELU	17
	3.1 Valkea-Kotinen	17
	3.1.1 Laskeuma	17
	3.1.2 Puusto	17
	3.1.3 Kasvillisuus	18
	3.1.4 Maaperä ja maavesi	20
	3.1.5 Vesibiologia	20
	3.1.6 Kalasto	20
	3.1.7 Ainetaseet	20
	3.2 Hietajärvi	22
	3.2.1 Laskeuma	22
	3.2.2 Puusto	22
	3.2.3 Kasvillisuus	23
	3.2.4 Maaperä ja maavesi	24
	3.2.5 Vesibiologia	25
	3.2.6 Kalasto	26
	3.2.7 Ainetaseet	26
	3.3 Pesosjärvi	26
	3.3.1 Laskeuma	26
	3.3.2 Puusto	26
	3.3.3 Kasvillisuus	29
	3.3.4 Maaperä ja maavesi	32
	3.3.5 Vesibiologia	32
	3.3.6 Kalasto	33
	3.3.7 Ainetaseet	33
	3.4 Vuoskojärvi	33
	3.4.1 Laskeuma	33
	3.4.2 Puusto	33
	3.4.3 Kasvillisuus	36
	3.4.4 Maaperä ja maavesi	36
	3.4.5 Vesibiologia	36
	3.4.6 Kalasto	36
	3.4.7 Ainetaseet	36

		Sivu
4	SAMMALTEN RASKASMETALLIPITOISUUDET	38
5	YHDENNETYN SEURANNAN YHTEYSHENKILÖT SUOMESSA	47
6	JULKAISUJA JA RAPORTTEJA 1988 - 1992	48

1 ESIPUHE

Ympäristön yhdenntetyn seurannan (YYs-) ohjelma on kansainvälinen ympäristön tilan seurantaohjelma, jossa seurataan kaukaa kulkeutuvien ilmansaasteiden vaikutuksia luonnontilaisissa ekosysteemeissä. Seuranta-alueina ovat pienet luonnontilaiset valuma-alueet, joilla tarkkaillaan kansainvälisesti hyväksytyn ohjelman ja menetelmien mukaisesti ilmaa, maata, vettä ja eliöstöä.

Vuosina 1989-1991 YYS-ohjelma on ollut YK:n Euroopan talouskomission (ECE) kokeiluohjelmana, johon on osallistunut 18 maata 40 seuranta-alueella. Kuluvan vuoden huhtikuussa ohjelmasta julkaistiin ECE:lle laadittu kansainvälinen asiantuntija-arvio, joka antoi siitä hyvin myönteisen lausunnon. Sen mukaan YYS-ohjelma on ainoa laaja kansainvälinen seurantaohjelma, jonka päätavoitteena on liittää fysikaalisten ja kemiallisten mittausten sekä ainetaselaskelmien avulla luonnosta saatu tieto ekosysteemin toiminnassa tapahtuviin muutoksiin. Asiantuntijat toteavat lausunnossaan, että tieto muutoksista luonnossa ja erityisesti muutosten syistä ja seurauksista tulee olemaan lähivuosikymmeninä keskeisen tärkeää yhteiskunnalle.

Suomessa YYS-ohjelmaan osallistuvat ympäristöministeriö, vesi- ja ympäristöhallinto sekä kaikki tärkeimmät ympäristön seurantaan tekevät valtion tutkimuslaitokset. Myös useimmat yliopistot ovat mukana ohjelmassa. Maassamme on neljä toimivaa YYS- aluetta, jotka etelästä pohjoiseen lueteltuna ovat: Valkea-Kotisen valuma-alue Evon Kotisten aarnialueella Lammilla; Hietajärven valuma-alue Patvinsuon kansallispuistossa Lieksassa; Pesosjärven valuma-alue Oulangan kansallispuistossa Kuusamossa ja Vuoskojärven valuma-alue Kevon luonnonpuistossa Utsjoella. Viideskin seuranta-alue on jo perustettu, Älgön saarelle Storträsketin valuma-alueelle Tammisaaren saariston kansallispuistoon Tammisaareen. Tällä eteläisimmällä alueella on aloitettu vuonna 1991 sammalten raskasmetallien seuranta, mutta muita seurantoja ei ole vielä käynnistetty.

Nyt käsillä olevan raportin "Tuloksia Suomen ympäristön yhdenntetystä seurannasta kausilta 1989/90 ja 1990/91" tavoitteena on antaa hankkeessa mukana olleille tutkijoille kuva siitä, mitä eri osahankkeissa on kahden viime kauden aikana tapahtunut. Selvitykset perustuvat tietoihin, joita vesi- ja ympäristöhallinto, Ilmatieteen laitos, Metsäntutkimuslaitos, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos sekä Helsingin, Joensuun, Oulun ja Turun yliopistot ovat antaneet raportin toimittajille. Koska jokainen tiedontuottaja käsittelee tuloksensa omassa aikataulussaan, raportti on varsin epäyhtenäinen. Joistakin osa-alueista ei ole yksityiskohtaisia tietoja mukana lainkaan, vaan vain kuvaus alueella tehdystä tutkimuksesta tai luonnehdinta tulosten yleissuunnasta. Kokonaisarviot alueiden tilasta puuttuvat.

Tämän vuoden lopussa tulee kuluneeksi viisi vuotta siitä, kun ympäristöministeriö päätti aloittaa Suomessa YYS-ohjelman. Vaikka useimmista seurannan osahankkeista onkin saatavissa tietoja vasta vuosista 1988-1990 lähtien, tarkoituksena on julkaista vuoden 1993 keväällä yksityiskohtaisemmat kokonaisarviot Suomen YYS-alueiden tilasta siihen asti kerättyjen tietojen perusteella.

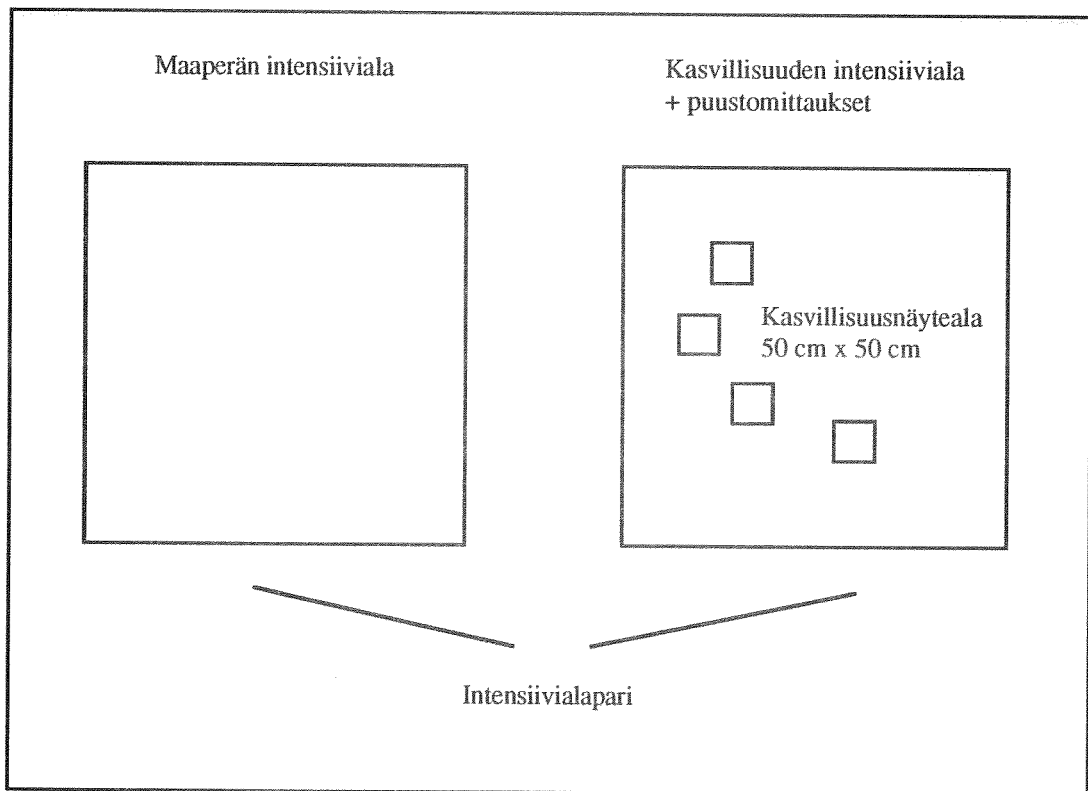
2 SEURANNAN TOTEUTTAMINEN

2.1 Koealajijestelyt

Kesällä 1991 Valkea- ja Musta-Kotisen, Hietajärven, Pesosjärven ja Vuoskojärven seuranta-alueille (järvien valuma-alueille) perustettiin pysyvät koordinaattipiste-verkostot. Paikallinen vesi- ja ympäristöpiiri asensi maastoon yhtenäiskoordinaattien mukaan 100 metrin välein lehtikuusipaalu, joihin ko. pisteen koordinaatit merkittiin.

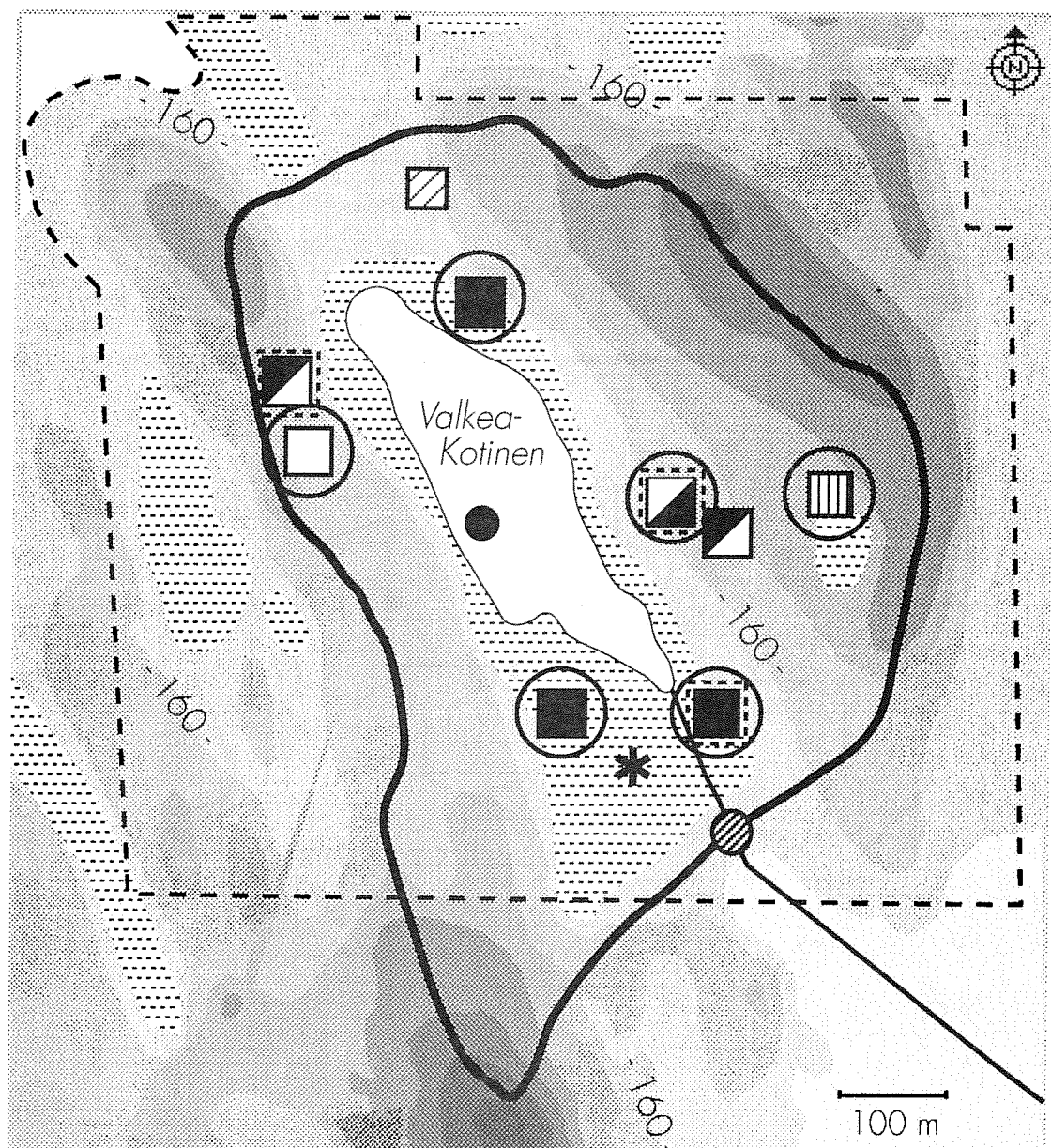
Pysyvä pisteverkosto mahdollistaa erilaisten muuttujien systemaattisen mittauksen koko valuma-alueella sekä mitattujen muuttujien karttapohjaisen tulostuksen. Pisteverkosto helpottaa myös eri koealojen paikantamista ja merkitsemistä kartalle sekä kasvillisuuskartoituksessa kasvillisuuskuvioiden rajaamista.

Maaperän, puuston ja aluskasvillisuuden tarkempia mittauksia varten valuma-alueille on perustettu ns. intensiivialoja (kuvat 2-5). Aikaisemmin kasvillisuus- ja maaperämittaukset tehtiin samalta intensiivialalta, mutta koska maaperänäytteenotto kuluttaa intensiivialan ja ennen pitkää häiritsee aluskasvillisuuden kehittymistä jouduttiin vuonna 1991 perustamaan uusia maaperän intensiivialoja kasvillisuuden intensiivialojen viereen paremman koealajärjestelyn aikaansaamiseksi. Pääperiaatteena on, että kullakin valuma-alueella on kahdesta kolmeen intensiivialaparia, jotka sijoitetaan alueen vallitseville kasvillisuustyypeille. Intensiivialapari koostuu mahdollisimman lähekkäisistä kasvillisuuden ja maaperän intensiivialoista, jotka ihannetapauksessa ovat kumpikin kooltaan 40 m x 40 m (kuva 1). Kasvillisuuden intensiivialalla tehdään aluskasvillisuuden mittausten lisäksi tarkat puustomittaukset, jotta aluskasvillisuus- ja puustomittausten tuloksia voidaan tarkastella yhdessä. Runkovalunnan ja lehvästösadannan keräysastiat sekä karikesuppilot sijoitetaan intensiivialaparin välittömään läheisyyteen. Maavesi kerätään maaperän intensiivialalta. Runkojäkälien seurannan tutkimuspuut (runkojäkälien seuranta-alat) yritetään valita intensiivialojen välittömästä läheisyydestä. Sopivien tutkimuspuiden puutteen tai vähäisyyden vuoksi runkojäkälien seuranta-alat joudutaan usein kuitenkin sijoittamaan muualle.



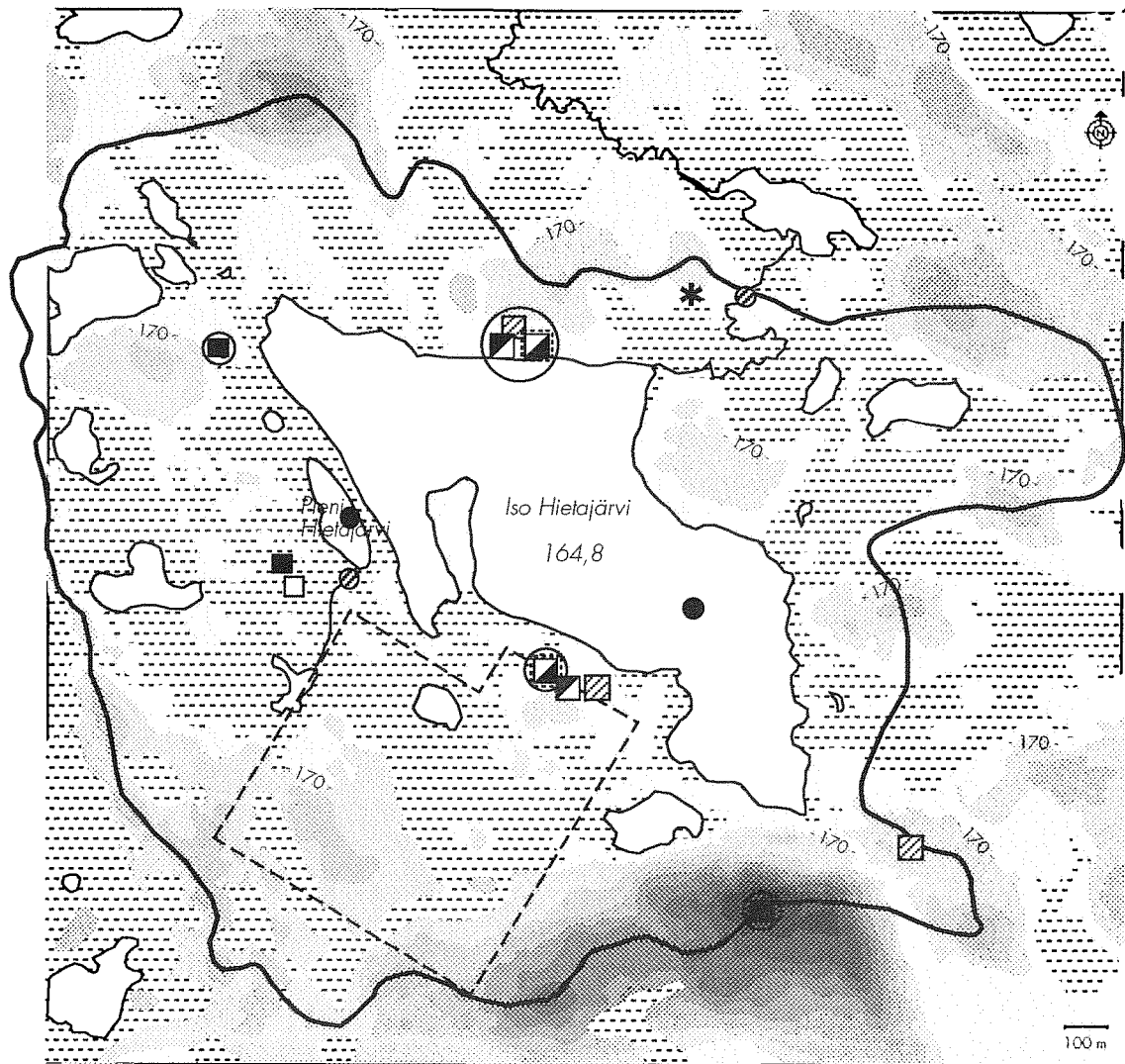
Kuva 1. Koealajärjestely maaperän, kasvillisuuden ja puuston seuranta varten.

Lisäksi kesällä 1991 intensiivialoja täydennettiin soisilla valuma-alueilla turvemaan intensiivialaparilla. Tähän saakka intensiivialaparit ovat sijainneet valtaosin vain kivennäismailla. Toimiva turvemaan intensiivialapari on tällä hetkellä Hietajärvellä ja Pesosjärvellä. Jokaisella valuma-alueella on 2-3 intensiivialaparia kasvillisuuden, maaperän ja puuston seuranta varten. Metsäntutkimuslaitos jatkaa kuitenkin mm. maaperä- ja puustomittauksia joillain omilla intensiivialoillaan (kuvat 2-5) myös intensiivialaparien ulkopuolella.



- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| * laskeumakeräimet | ▤ maavesikeräimin varustettu runkojäkäljen seuranta-ala (lisäksi puuston perusmittauksia) |
| ● pintavesinäytteet | ■ maaperän intensiiviala (lisäksi puuston perusmittauksia) |
| ⊗ pintavesinäyte mittapadolla | ◐ maavesikeräimin varustettu maaperän intensiiviala |
| □ kasvillisuuden ja puuston intensiiviala | ⊞ lehvöstösadanta- ja runkovaluntakeräimet sekä karikesuppilot |
| ◐ maavesikeräimin varustettu kasvillisuuden ja puuston (mukaanlukien pienet puut, kuolleet ja kaatuneet puut sekä kannot) intensiiviala | ○ puuston terveydentilan seuranta-ala |
| ▤ runkojäkäljen seuranta-ala | --- pesimälinnuston kartoitusalue ja linnuston laskenta-alue |

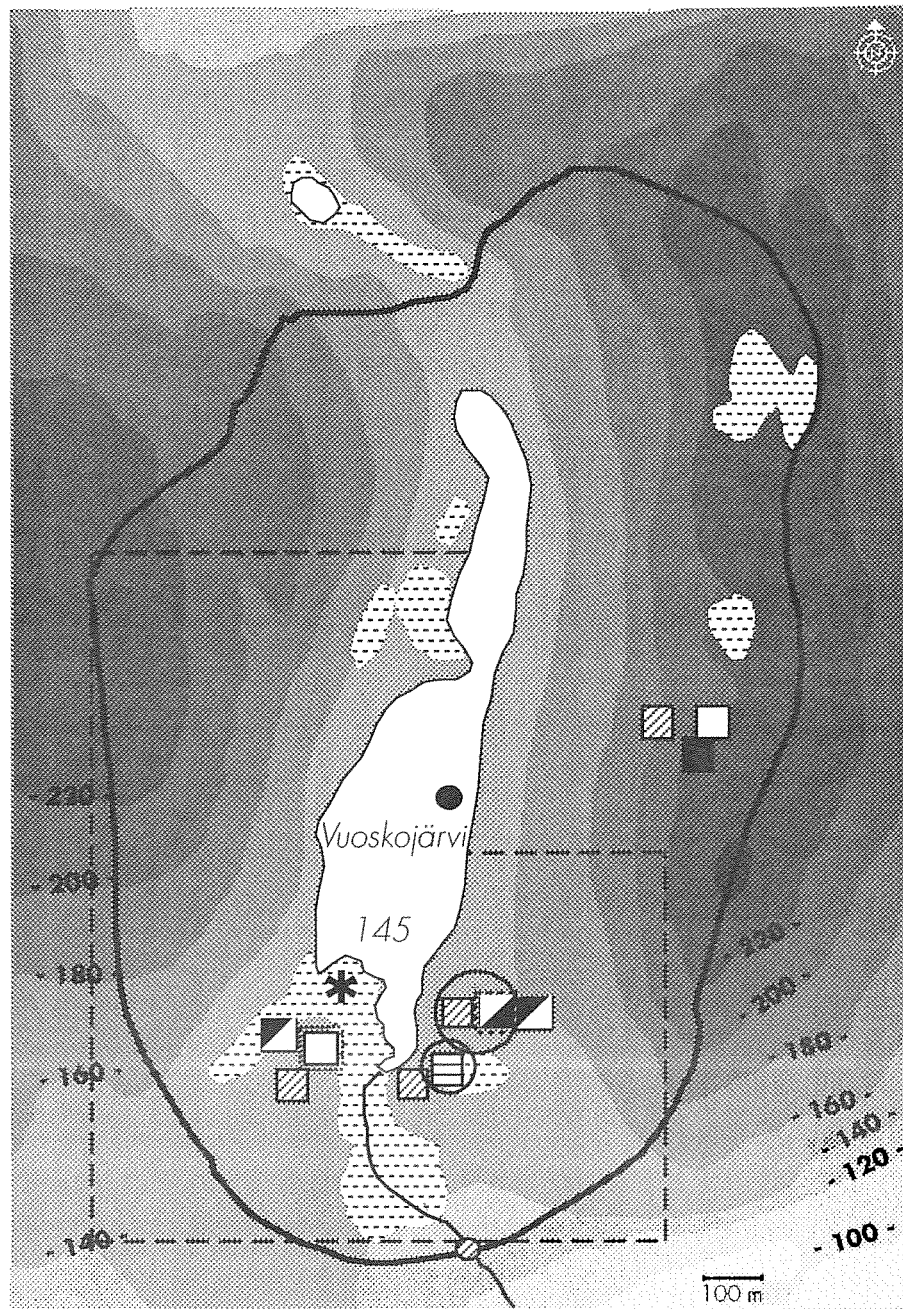
Kuva 2. Valkea-Kotisen valuma-alue seuranta-aloineen.



- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| * laskeumakeräimet | ■ maaperän intensiiviala (lisäksi puuston perusmittauksia) |
| ● pintavesinäytteet | ▣ maavesikeräimin varustettu maaperän intensiiviala |
| ⊙ pintavesinäyte mittapadolla | ⊞ lehvästösadanta- ja runkovaluntakeräimet sekä karikesuppilot |
| □ kasvillisuuden intensiiviala | ○ puuston terveydentilan seuranta-ala |
| ▤ maavesikeräimin varustettu kasvillisuuden ja puuston (mukaanlukien pienet puut, kuolleet ja kaatuneet puut sekä kannot) intensiiviala | --- pesimälinnuston kartoitusalue ja linnuston laskenta-alue |
| ▨ runkojäkälien seuranta-ala | |

Kuva 3. Hietajärven valuma-alue seuranta-aloineen.

Kuva 4. Pesosjärven valuma-alue seuranta-aloineen.



- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| * laskeumakeräimet | runkojäkälien seuranta-ala |
| ● pintavesinäytteet | maaperän intensiiviala |
| ⊙ pintavesinäyte mittapadolla | maavesikeräimin varustettu maaperän intensiiviala |
| □ kasvillisuuden ja puuston (mukaanlukien pienet puut, kuolleet ja kaatuneet puut sekä kannot) intensiiviala | maavesikeräimet |
| ▣ maavesikeräimin varustettu kasvillisuuden ja puuston (mukaanlukien pienet puut, kuolleet ja kaatuneet puut sekä kannot) intensiiviala | lehvöstösadanta- ja runkovaluntakeräimet sekä karikesuppilot |
| | puuston terveydentilan seuranta-ala |
| | pesimälinnuston kartoitusalue ja linnuston laskenta-alue |

Kuva 5. Vuoskojärven valuma-alue seuranta-aloineen.

2.2 Laskeuma

Yhdennetyn seurannan alueilla jatkettiin laskeumamittauksia vuoden 1990 alkupuolen aiemman ohjelman mukaisesti. Vuodesta 1988 vuoteen 1990 eri yhdisteiden määrät laskeumassa olivat pienentyneet, mikä johtui poikkeuksellisen alhaisesta vuosisademäärästä. Vuonna 1991 sademäärä oli kaikilla valuma-alueilla lähellä pitkän aikavälin normaalia määrää, mistä seurasi useimpien yhdisteiden vuosilaskeumien kasvu. Eteläisiltä seuranta-alueilta pohjoisille siirryttäessä useimpien yhdisteiden laskeumien määrät pienenevät. Laskeumanäytteet on analysoitu kauden 1990-1991 loppuun asti, ja tulokset ilmestyvät Ilmatieteen laitoksen monistesarjassa keväällä 1992. Kesä-heinäkuussa 1990 kaikille neljälle seuranta-alueelle lisättiin kaksi kokonaislaskeuman keräintä 300-900 metrin etäisyydelle varsinaisesta laskeumanmittauspaikasta. Tarkoituksena oli selvittää kaksivuotisen kokeen avulla laskeuman jakautumista valuma-alueen sisällä.

Kesäkuussa 1990 lisättiin jokaiselle alueelle myös yksi raskasmetallien keräykseen tarkoitettu laite. Raskasmetalleja on tarkoitus seurata alueilla jatkuvasti kuukausinäytteistä. Laskelmat raskasmetallien määristä ovat vielä kesken.

2.3 Puusto

Metsäntutkimuslaitos perusti kullekin valuma-alueelle puuston seuranta-alat vuosien 1988-89 aikana. Tällöin tehtiin peruspuustomittaukset eli kunkin valuma-alueen puustoaloilta puut numeroitiin ja niiden sijainti ja puulaji määritettiin sekä mitattiin läpimitta kahdesta eri suunnasta 1.3 metrin korkeudelta. Joka kolmannesta puusta mitattiin läpimitta kahdesta eri suunnasta myös kuuden metrin korkeudelta. Seuraavalla mittauskerralla puustomittaukset on tarkoitus tehdä puustoalojen (kasvillisuuden ja puuston intensiivialat) kaikista puista.

Vuonna 1990 tehtiin täydennysmittauksia seuraavasti: alle 1.3 m:n puista määritettiin sijainti, puulaji, läpimitta, korkeus ja terveydentila. Kuolleista ja kaatuneista puista määritettiin sijainti, puulaji, läpimitta, pituus, terveydentila ja se onko puu kuollut tai elävä sekä kuolinsyy, kaatumissuunta ja -ajankohta sekä lahonneisuusaste. Kantojen sijainti, korkeus, läpimitta ja pehmeys kartoitettiin. Puiden latvuksista tarkasteltiin symmetrisyyttä ja elävän latvuksen leveyttä pääilmansuunnittain.

Vuosi 1991 sujui Metsäntutkimuslaitoksella yhdennetyssä seurannassa tavanomaisesti. Varsinaisella kenttäkaudella otettiin kaikilta neljältä valuma-alueelta lehvästösadanta-, runkovalunta-, maavesi-, ja karikenäytteet. Näiden näytteiden otto aloitettiin touko-kesäkuussa riippuen lumien sulamisesta intensiivialoilla. Näytteiden keruuta jatkettiin aina lokakuulle saakka, kunnes vedet alkoivat jäätyä keräysastioihinsa. Lisäksi elokuukuussa otettiin neulasnäytteet ja tutkittiin puiden terveydentila kaikilla valuma-alueilla. Neulasnäytepuut sijaitsevat intensiivialojen ulkopuolella. Neulasnäytteitä ei ole vielä analysoitu, mutta niistä on tarkoitus mitata mm. ravinteet ja joitakin raskasmetalleja. Puiden terveydentilan seurannan eli harsuuntumisen ja värivikojen määritysten tulokset on laskettu.

2.4 Kasvillisuus

Valkea- ja Musta-Kotisen seuranta-alueilla on tehty kasvillisuuskartoitus vuonna 1987 ja raportti on julkaistu ympäristöministeriön monistesarjassa. Pesosjärven alue on kartoitettu vuosina 1989-90 ja Hietajärven sekä Vuoskojärven alueet vuonna 1991. Näiden kolmen seuranta-alueen kasvillisuuskartoitusraportit on tarkoitus julkaista vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarjassa vuonna 1992. Tässä esitetään tuloksia Valkea-Kotisen, Hietajärven ja Pesosjärven alueiden kartoituksista. Vuoskojärven kasvillisuuskartoituksen raportointi on vielä kesken.

Valkea-Kotisella, Hietajärvellä ja Pesosjärvellä on koottu lisäksi kuviokohtaisia tietoja mm. kasvilajistosta ja puustosta. Pesosjärvellä on koottu lajistotietoja alueen laajuuden vuoksi vasta osalta kuvioita. Kuviotietoja on tarkoitus täydentää tulevaisuudessa Pesosjärven ympäristössä.

Kaikista kasvillisuuskartoituksista on jo nyt saatavilla tietoja mm. kuvioiden lukumääristä, päätyypeistä ja niiden pinta-aloista. Tietoja saa vesi- ja ympäristöhallituksen luonnonsuojelututkimusyksiköstä.

Vuonna 1991 Pesosjärven ja Vuoskojärven seuranta-alueilla toistettiin intensiivitason aluskasvillisuus- sekä runkojäkäläseuranta. Aluskasvillisuuden intensiiviseurantaan tullaan tekemään joka toinen vuosi. Runkojäkälää seurataan aluksi myös joka toinen vuosi, mutta myöhemmin vain joka neljäs vuosi. Pesosjärvelle on lisäksi perustettu viherleväseuranta-aloja, joilla seurataan viherlevän ja oksajäkälän runsautta sekä neulasvuosikertojen määrää pikkukuusten oksilla. Tulokset raportoidaan vesi- ja ympäristöhallituksen luonnonsuojelututkimusyksikköön.

2.5 Sammalten raskasmetallit

Kesällä 1991 kaikilta viideltä seuranta-alueelta kerättiin sammalnäytteet raskasmetallimäärittäystä varten. Seinäsammalta (*Pleurozium schreberi*) kerättiin kaikilta alueilta ja metsäkerrossammalta (*Hylocomium splendens*) Valkea-Kotiselta, Pesosjärvellä ja Vuoskojärvellä. Näytteet kerättiin Suomen standardisoimisliiton standardin SFS 5671/90 (Ilmansuojelu. Bioindikaatio. Sammalten kemiallinen analyysi. Näytteenotto, esikäsittely ja tulosten esittäminen) ohjeen mukaisesti avoimilta paikoilta, jonne puiden oksistoista valuvat vedet eivät vaikuta. Storräsketin valuma-alueella näyte kerättiin elokuussa, muilla alueilla alkukesällä. Kaikki näytteet ovat koko valuma-aluetta edustavia kokoomanäytteitä. Kuivat näytteet esikäsiteltiin, jolloin niistä erotettiin kolme nuorinta vuosikertaa analyysistä varten. Sammalista määritetyt raskasmetallit ovat kadmium (Cd), lyijy (Pb), kromi (Cr), nikkeli (Ni), kupari (Cu), sinkki (Zn), vanadiini (V) ja rauta (Fe). Määrittäykset tehtiin VTT:n laboratoriossa.

2.6 Maaperä ja maavesi

Maaperänäytteitä otettiin vuonna 1991 Pesosjärven ja Vuoskojärven seuranta-alueilta. Tarkoituksena on jatkaa maanäytteiden ottoa vuonna 1992 Valkea-Kotisella ja Hietajärvellä. Maaperätutkimukset ja tarkemmat puustomittaukset tullaan tekemään joka neljäs vuosi aina kahdelta valuma-alueelta kerrallaan. Humusnäytteet otetaan joka toinen vuosi. Valuma-alueet on jaettu kahteen ryhmään, jottei yhden kesän kertynyt oheismateriaali tulisi liian raskas.

Maaveden keräys jatkui vuonna 1991 tavanomaisesti. Uusia lysimetrejä asennettiin kaikille valuma-alueille maaveden mittaamiseksi. Pesosjärven alueen kenttämestari Kari Lyytikäinen on kehittänyt lysimetrien alipainesysteemiä. Uuden ns. keskitetyn alipainesysteemin kokeilu aloitettiin valituilla aloilla. Maavesinäytteet on saatu analysoiduksi vuoteen 1991 asti, mutta tulosten laskenta on vielä kesken.

2.7 Lehvästösadanta ja runkovalunta

Lehvästösadannan ja runkovalunnan keräys on jatkunut vuonna 1991 tavanomaisesti. Runkovaluntapuista määritettiin Valkea-Kotisella puun sijainti, latvusprojektiio, läpimitta ja korkeus ja Vuoskojärvellä puun sijainti ja latvusprojektiio. Vesinäytteet on analysoitu, mutta tulokset eivät ole vielä saatavilla.

2.8 Pintavesien fysiikka ja kemia sekä virtaama

Pintavesien fysikaalista ja kemiallista laatua sekä virtaamaa seurattiin tarkastelukautena edellisvuosien tapaan noudattaen kansainvälistä seurantaohjelmaa. Tulokset on talletettu vesi- ja ympäristöhallituksen Ympäristötietokeskukseen hydrologiseen tietojärjestelmään ja vedenlaaturekisteriin sekä keskiarvotietona kansainväliseen yhdenntetyn seurannan tietokantaan. Tässä raportissa vedenlaatu- ja virtaamatietoja ei käsitellä erikseen, mutta niitä on käytetty ainetaselaskelmia tehtäessä.

2.9 Vesibiologia

Vesibiologinen tutkimusohjelma käynnistettiin vuonna 1990 Lammilla Evon Valkea-Kotisella ja Lieksassa Isolla ja Pienellä Hietajärvellä. Aloituvuonna tutkittiin järviveden fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia, kasvi-, eläin- ja bakteeriplanktonia, vesimakrofyyttejä ja pohjaeläimistöä. Kalaston (ks. 2.10) ja vedessä laskeutuvan aineksen seuranta on aloitettu vuonna 1991.

Planktonitutkimukset on tehty Helsingin yliopiston Lammin biologisella asemalla ja Joensuun yliopiston Karjalan tutkimuslaitoksen ekologian osastolla. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri on määrittänyt Valkea-Kotisen ravinne- ja happituloksia ja Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri on tehnyt Hietajärven fysikaalis-kemialliset tutkimukset. Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri on määrittänyt pohjaeläimet.

2.10 Kalasto

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos koekalasti yhdenntetyn seurannan alueiden järvillä elokuussa 1990 lukuunottamatta Isoa Hietajärveä, josta Joensuun yliopiston Karjalan tutkimuslaitoksen ekologian osaston tutkijat olivat ottaneet näytteet kesällä 1988. Koekalastuksissa käytettiin kahdeksaa silmäkooltaan erilaisen verkon sarjaa ja kalastuksia tehtiin noin yksi verkkosarjayö 10 hehtaaria kohti. Saaliista kirjattiin eri lajien yksilömäärät ja yhteispainot sekä mitattiin kaikkien kalojen pituus kokojakaumia varten. Kustakin lajista otettiin mahdollisuuksien mukaan 50 yksilön näyte ikä- ja kasvumäärityksiä varten. YYS-alueiden järvistä saatiin kaikkiaan seitsemän kalalajia, mutta vain ahven kuuluu jokaisen järven lajistoon. Jatkossa on tarkoitus tehdä kalaston tutkimuksia samassa tahdissa yhdenntetyn seurannan muun hydrobiologisen tutkimuksen kanssa. Tällöin kysymykseen voivat tulla tavanomaisten koekalastusten ohella ravintotutkimukset ja ahvenpopulaation koon mittaaminen ainakin Valkea-Kotisella.

2.11 Ainetaseet

Aluekohtaisissa tarkasteluissa on esitetty joidenkin ionien vuot märkälasseumassa ja alueelta ulosvirtaavassa vedessä aikasarjoina vuosilta 1988-1990 (Kuvat 6, 8, 10 ja 12). Laskeuma-arvot on korjattu siten, että ionimäärien kasvu tai väheneminen veden sataessa lehvästön läpi on otettu huomioon (Taulukko 1). Korjauskertoimet on arvioitu laskemalla lehvästösadanta -laskeuman ja märkälasseuman suhde alueittain ja vuosittain (kesäjaksot 1989 ja 1990) kahden mittausaseman keskiarvona, jonka jälkeen on laskettu ajallinen keskiarvo painotettuna havaintokuukausien määrällä (2-6 kk/vuosi). Biologisesti aktiivisten aineiden (esim. typen) kohdalla kesäjaksolla havaittujen laskeumasuhteiden yleistäminen koko vuotta koskeviksi on eräs virhelähde.

Taulukko 1. Joidenkin ionien korjauskertoimet lehvästösadannan vaikutukselle laskeumaan (lehvästösadanta -laskeuma/märkälaskeuma) YYS-alueilla.

	H	SO ₄ S	NO ₃ N	NH ₄ N	K	Na	Ca	Mg	Cl
Valkea-Kotinen	0.90	1.8	0.50	0.78	12	1.5	3.2	4.9	5.4
Hietajärvi	1.2	1.6	0.81	1.7	8.4	1.7	2.5	4.2	1.8
Pesosjärvi	0.97	1.6	0.48	0.56	19	2.3	7.2	5.9	5.3
Vuoskojärvi	0.98	2.3	1.3	4.5	14	12	5.7	9.8	16

Taulukossa 1 esitetyille aineille sekä alumiinille on esitetty aluekohtaisissa tarkasteluissa myös ainetaseet (Kuvat 7, 9, 11 ja 13) hydrologisen vuoden marraskuu 1989 - lokakuu 1990 aikana. Tasekuvissa näkyvät laskeuman osalta merisuolojen suhteen korjatut tulokset (sulfaatti-, kalsium-, magnesium-, natrium- ja kaliumionit), mahdollinen ns. kloriditasemenetelmällä arvioitu kuivalaskeuman osuus sekä lehvästösadanta-laskeuman arvioitu määrä vakiojaksolla toukokuu - lokakuu 1990.

Kloriditasemenetelmä perustuu kloridi-ionin käyttöön merkkiaineena, jolloin oletetaan, että ulosvirtaavan ainevuon ja märkälaskeuman erotus edustaa kuivalaskeuman osuutta. Tarkasteltavan vuoden aikana havaittujen kloridipitoisuuksien perusteella on mahdollista soveltaa kloriditasemenetelmää vain Valkea-Kotisen alueella, jolle saadaan korjauskertoimeksi 1,8. Hietajärven ja Vuoskojärven alueilla oli systeemiin tuleva kloridivuo suurempi kuin ulosmenevä vuo. Tämä voi johtua ylivuotisista hydrologisista tekijöistä. Lisäksi Vuoskojärven alueen virtaamatietojen puutteellisuus aiheutti epävarmuutta laskelmiin. Pesosjärven alueelta ei ollut mahdollista arvioida ulosmenevää ainevuota.

Lumettomana kautena mitattu lehvästösadanta-laskeuma on vakioitu edustamaan kuuden kuukauden jaksoa. Itse mittaukset ovat kuudelta (Valkea-Kotinen), neljältä (Hietajärvi, Pesosjärvi) tai kolmelta kuukaudelta (Vuoskojärvi). Tulokset eivät ole siis suoraan vertailukelpoisia muiden, vuoden jaksoa edustavien tulosten kanssa.

2.12 Mallisovelluksia

YYS-ohjelmaan liittyvissä kvantitatiivisissa tarkasteluissa keskityttiin aluksi luomaan laskentarutiineja toisaalta erilaisten tilastollisten tunnuslukujen arvioimiseksi, toisaalta saapuvien ja poistuvien ainevirtojen määrittämiseksi. Tätä työtä tehdään vesi- ja ympäristöhallituksen Ympäristötietokeskuksessa (YTK), joka on kansainvälisen yhdenmetyt seurannan ohjelman tieto- ja arviointikeskus. Seuraava askel on dynaamisten mallien soveltaminen. Joidenkin seuranta-alueiden osalta tietokannassa oleva tietomäärä on jo nyt niin kattava, että on mahdollista soveltaa dynaamisia malleja kuvaamaan ekosysteemin geokemiallista osaa ja sen reaktioita erilaisten ulkoisten tekijöiden muutoksiin. Ympäristötietokeskuksessa on otettu käyttöön SMART-malli, joka kuvaa lähinnä maaperän hydrokemiallisia olosuhteita. Malli on tarkoitettu sovellettavaksi pitkille aikajaksoille ja se sopii hyvin sovellettavaksi erilaisille ja eri lailla kuormitetuille valuma-alueille, sillä se toimii realistisesti laajalla alueella maaperän puskurikyvyn suhteen, ts. laajalla pH-välillä. SMART on kansainvälisen tutkija-yhteistyön tulos, jossa suomalaisena osapuolena on toiminut Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen vesi- ja ympäristöntutkimustoimiston tutkijoita.

Vaikka SMART on kohtuullinen malli tietovaatimustensa suhteen, törmätään kuitenkin kahdentyypisiin ongelmiin. Ensinnäkin vain harvat ohjelmassa mukana olevat maat ovat jo tässä vaiheessa panostaneet näytteenottoon ja analysointiin niin paljon, että kaikista tarvittavista systeemin osioista olisi riittävästi tietoa. Todettakoon, että tätä kirjoitettaessa kolme aluetta niistä kahdeksasta, joilta tietoa on riittävästi, ovat Suomen YYS-alueita (Valkea-Kotinen, Hietajärvi, Vuoskojärvi). Toiseksi tietokannassa oleva aineisto on vasta 1-3 vuodelta, mikä lisää tulosten epävarmuutta. Useimmiten joudutaan käyttämään apuna myös kirjallisuudesta etsittyjä tietoja.

YTK:ssa on SMART-mallia alustavasti sovellettu Valkea-Kotisen ja Hietajärven alueille sekä Etelä-Ruotsissa sijaitsevan Gårdsjön-järven osavaluma-alueelle. Jatkossa kehitetään mallin kalibrointia ja sovelletaan mallia useammalle alueelle.

Mallintaminen tulee olemaan keskeinen osa yhdennetyn seurannan analyysivälineistöä. Mallit auttavat mm. systeemin hahmottamisessa, tärkeimpien prosessien merkitysten arvioinnissa, tiedon puutteiden havaitsemisessa sekä erilaisten kuormitus- ja ilmastoskenaarioiden vasteiden arvioinnissa. Erityisen kiinnostavaa on nk. kriittisten rikki- ja typpikuormien arvioiminen.

Vaikka YYS-ohjelma on alkujaan perustettu kaukokulkeutuvien ilman epäpuhtauksien vaikutusten arviointia varten, sillä tulee olemaan merkitystä myös ilmastomuutosten seurausten tutkimuksessa. Mallisovellusten tulokset otetaan toivottavasti huomioon myös suunniteltaessa itse näytteenotto-ohjelmaa. YYS-tietokannan sisällön karttuessa mahdollistuu myös kattavampien ekosysteemimallien kehittäminen ja soveltaminen.

3 ALUEKOHTAINEN TARKASTELU

3.1 Valkea-Kotinen

3.1.1 Laskeuma

Valkea-Kotisen seuranta-alueella jatkettiin laskeumamittauksia vuosina 1990-91 edellisvuosien tapaan, lisänä vuonna 1990 aloitetut raskasmetallimittaukset. Happaman laskeuman komponenttien, vetyionin, sulfaatin, nitraatin ja ammoniumin vuosilaskeumissa oli minimi vuonna 1990. Heilahtelut vuodesta toiseen ovat olleet suurimmat sulfaattilaskeumissa.

3.1.2 Puusto

Valkea-Kotisen valuma-alueella jatkettiin vuonna 1991 puuston kunnon seurantaa (Taulukot 1a, 1b ja 2a, 2b) ja otettiin neulasnäytteet. Muita puustomittauksia ei tehty. Intensiivialalla no. 8 valtapuut numeroitiin ja niiden latvuspeittävyys arvioitiin. Taulukoissa on esitetty myös vanhojen intensiivialojen tuloksia.

Taulukko 1a. Männyn harsuuntuminen ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1988-91 Valkea-Kotisella.

	Intensiiviala							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Vuosi	Harsuuntuminen (%)							
1988	10	10	10	10	10	20	10	-
1989	20	20	10	10	10	10	10	-
1990	10	20	10	10	10	20	10	-
1991	10	10	0	10	10	20	10	20
	Tutkittuja puita (kpl)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1988-90	20	1	2	4	20	2	9	-
1991	20	2	2	4	20	2	11	3

Taulukko 1b. Kuusen harsuuntuminen ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1988-91 Valkea-Kotisella.

	Intensiiviala					
	2	3	4	6	7	8
Vuosi	Harsuuntuminen (%)					
1988	20	20	10	10	20	-
1989	30	20	10	20	20	-
1990	20	20	10	10	20	-
1991	20	10	10	10	20	10
	Tutkittuja puita (kpl)					
1988-90	16	13	15	18	8	-
1991	19	18	16	18	11	16

Taulukko 2a. Männyn väriviat ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1988-91 Valkea-Kotisella.

	Intensiiviala							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Vuosi	Väriviat (%)							
1988	0	0	0	10	0	0	0	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	0	0	0	0	0	10	0	-
1991	0	0	0	0	0	0	0	10
	Tutkittuja puita (kpl)							
1988-90	20	1	2	4	20	2	9	-
1991	20	2	2	4	20	2	11	3

Taulukko 2b. Kuusen väriviat ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1988-91 Valkea-Kotisella.

	Intensiiviala					
	2	3	4	6	7	8
Vuosi	Väriviat (%)					
1988	10	0	0	0	0	-
1989	-	-	-	-	-	-
1990	-	10	0	0	0	-
1991	0	0	0	0	0	0
	Tutkittuja puita (kpl)					
1988-90	16	13	15	18	8	-
1991	19	18	16	18	11	16

3.1.3 Kasvillisuus

Valkea- (ja Musta-) Kotisen seuranta-alueilla ei tehty kasvillisuustutkimuksia kesällä 1991. Alueen kasvillisuus kartoitettiin vuonna 1987.

Valkea-Kotisen valuma-alue on kooltaan noin 30 hehtaaria. Aluetta luonnehtivat pienipiirteisesti vaihtelevat kankaat ja suot (Taulukot 3-5). Metsät ovat puustorakenteeltaan monipuolisia ja niissä voidaan erottaa useita puustokerroksia. Valta-puuston ikä vaihtelee 80-150 vuoden välillä. Ylispuustossa on 250-vuotiaita aarnimäntyjä sekä noin 150-vuotiaita koivuja ja haapoja. Metsä on pääosin tiheää ja puuta on keskimäärin 300-400 kkm/ha, paikoin jopa 600 kkm/ha. Alueen vanhoissa männyissä on merkkejä lukuisista metsäpaloista. Vanhalla Kotisen aarnialueella (joka pääosin sisältyy seuranta-alueeseen) on luonnonmetsälle ominaisesti hyvin runsas ja monipuolinen maapuusto.

Aarnialueen suot ovat enimmäkseen pienialaisia juotteja kangasmaakuvioiden välissä. Ojituksien ja ojien perkauksien seurauksena syntyneet ojikot, muuttumat ja turvekankaat muodostavat osan soiden kokonaispinta-alasta. Valkea-Kotisen vedenpinnan korkeus on vaihdellut aikojen kuluessa, mikä on vaikuttanut järveä ja sen laskuojia ympäröivien alueiden kasvillisuuteen.

Taulukko 3. Biotooppien pinta-alat ja osuus maapinta-alasta Valkea-Kotisen valuma-alueella.

Biotooppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Kankaat	20,8	75
Suot	6,7	24
Muut	0,4	1

Taulukko 4. Metsätyyppien pinta-alat ja osuus kokonaismetsäalasta Valkea-Kotisen valuma-alueella.

Metsätyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Puolukkatyyppi (VT)	0,2	1
Mustikkatyyppi (MT)	11,2	54
Käenkaali-mustikkatyyppi (OMT)	9,4	45

Taulukko 5. Suotyyppien ja suotyyppiryhmien pinta-alat ja osuus suoalasta Valkea-Kotisen valuma-alueella.

Suotyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Kangaskorpi (KgK)	1,0	15
Varsinainen korpi (VK)	0,7	10
Ruoho- ja heinäkorpi (RhK)	0,1	1
Rämeet	2,4	36
Turvekankaat	2,3	35
Muut	0,2	3

3.1.4 Maaperä ja maavesi

Valkea-Kotisen seuranta-alueelle perustettiin vuonna 1991 uusi maaperän intensiiviala vuonna 1990 järven länsipuolelle perustetun uuden kasvillisuuden intensiivialan läheisyyteen (Kuva 2). Sinne pystytettiin lehvästösadanta- ja runkovaluntamittaukset sekä karikesuppilot. Lysimetrit asennetaan myöhemmin. Toinen uusi maaperäala perustettiin intensiiviala 3:n (toiminut aikaisemmin yhdistettynä maaperä-kasvillisuus-alana) läheisyyteen. Sinne asennettiin myös uudet lysimetrit.

3.1.5 Vesibiologia

Valkea-Kotisen järvi (6°15' N, 25°04' E) kuuluu Kokemäenjoen vesistöalueeseen. Järvi sijaitsee 156 metriä merenpinnan yläpuolella ja sen pinta-ala on 4 hehtaaria. Suurin syvyys on 6,5 metriä.

Valkea-Kotisen vesi oli kasvukaudella 1991 hapanta (pH 5) ja karbonaattipuskuri-järjestelmä happamoitumista vastaan puuttui kokonaan eli alkaliniteetti oli negatiivinen. Kasviplanktonin vuosituotanto oli noin 36 g C m^{-2} , joten järvi on päällysveden ohuudesta (2 m) huolimatta verrattain runsastuottainen. Koko alusvedessä vallitsi loppukesällä happikato vesipatsaan jyrkän kerrostuneisuuden ja orgaanisen aineksen hajoitustoiminnan seurauksena. Järvessä oli loppukesällä runsaan kuukauden ajan *Gonyostomum semen* -limalevän aiheuttama kukinta, jonka aikana perustuotanto, klorofyllipitoisuus ja yhteisöhengitys olivat suurempia kuin keskimäärin muulloin kasvukauden aikana. Toisaalta epäorgaanisen hiilen pitoisuus oli päällysveden yläosassa kesäkuukausina pieni (keskimäärin $0,3 \text{ g kuutiometrissä}$), mikä näyttää rajoittaneen kasviplanktonituotantoa.

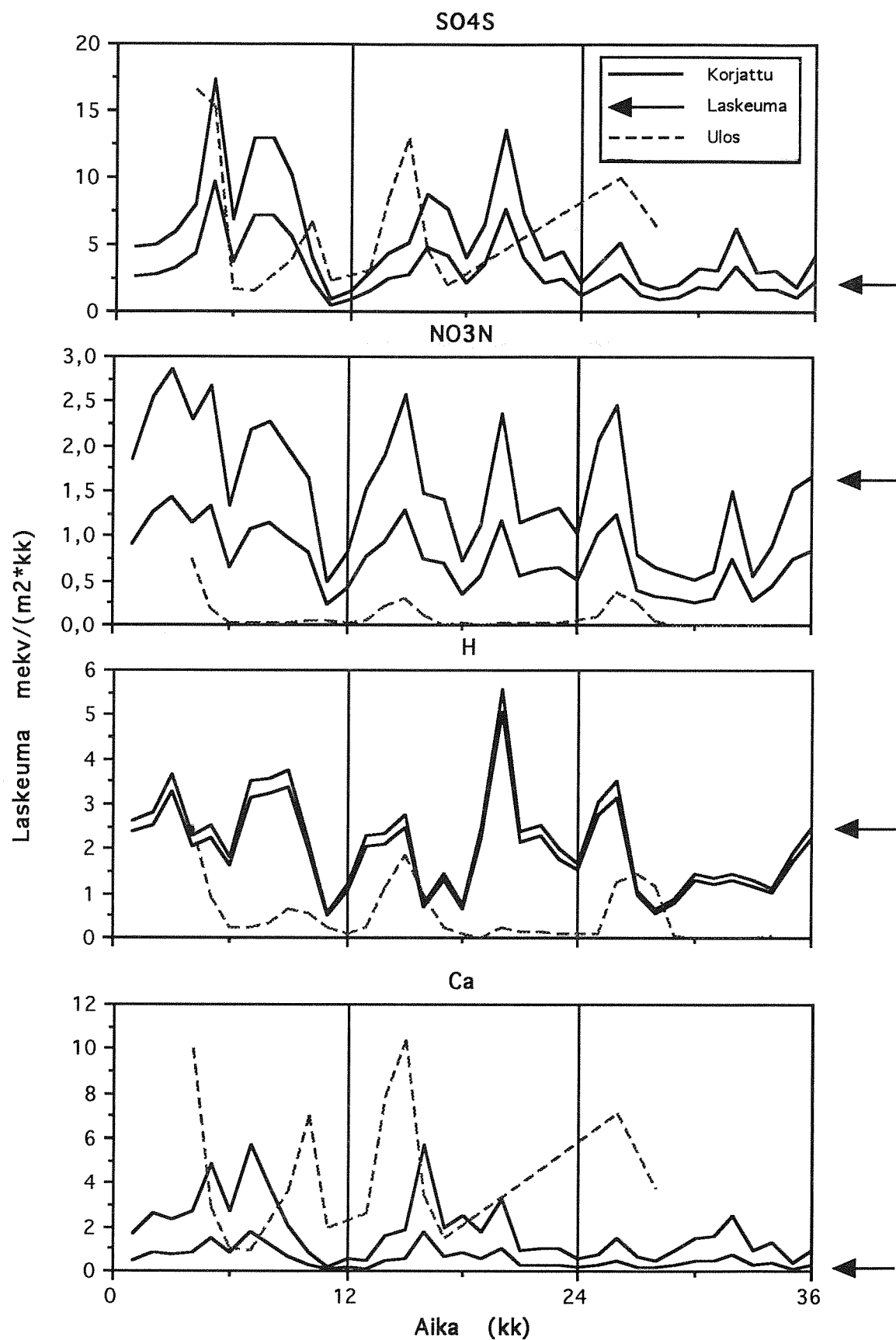
Syvänteen pohjaeläinnäytteet kuvastavat voimakkaasti kerrostunutta metsäjärveä (*Chaoborus dominoi*). Matalammalta otetut näytteet kuvastavat detritusketjun merkitystä, ja lajisto on luonteenomaista dystrofiselle järvityypille. Rantavyöhykkeen (0.5 - 1 m) näytteissä näkyy järven happamuus: simpukoita tai kotiloita ei esiinny lainkaan, eikä myöskään päivänkorentoja.

3.1.6 Kalasto

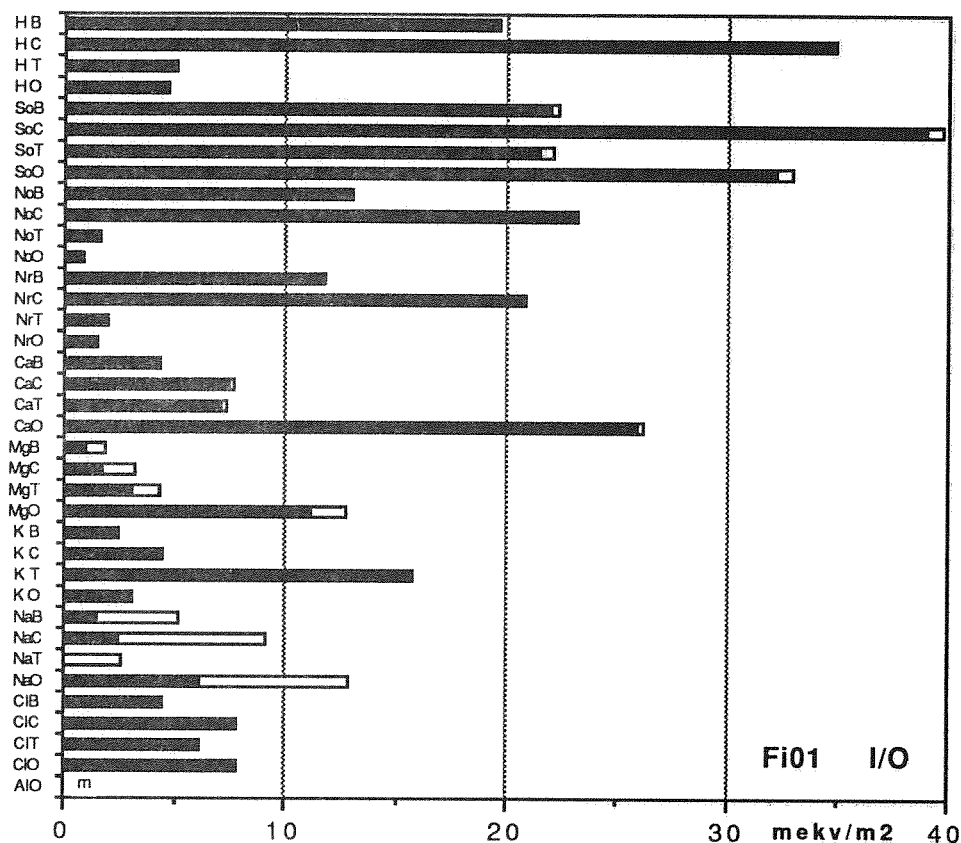
Valkea-Kotisella koekalastettiin kertaalleen 29.8.1990. Saaliiksi saatiin vain ahventa, 84 kpl ja yhteensä 3,1 kg verkkosarjaa kohti. Järvessä on lisäksi haukia ja se on ollut elohopeatutkimusten kohdejärvenä. Kilon hauen keskimääräiseksi elohopeapitoisuudeksi on saatu eri yhteyksissä $0,76$ ja $0,68 \text{ mg/kg (ww)}$.

3.1.7 Ainetaseet

Kuvassa 6 esitetään aikasarjana neljän ionin ainevirrat Valkea-Kotisen alueella vuosina 1988-1990. Sulfaatin ja jossain määrin nitraatin kohdalla voidaan laskeumissa nähdä laskeva suuntaus. Kalsiumin virtaus ulos systeemistä on suurempi kuin kuin Pesos- ja Vuoskojärvien seuranta-alueilla. Kuvassa 7 on esitettyä joitakin ainetaseen komponentteja eri korjauksineen hydrologisen vuoden jaksolle marraskuu 1989-lokakuu 1990 (lehvästösadanta-laskeuma edustaa jaksoa toukokuu-lokakuu 1990).



Kuva 6. Sulfaattirikin, nitraattitypen, protonien sekä kalsiumin kulkeutuminen kuukausiarvoina märkälasseuman (=lasseuma), lehvästösadantakorjatun laskeuman (=korjattu) sekä ulosvirtaavan veden mukana (=ulos) Valkea-Kotisen alueella vuosina 1988-90.



Kuva 7. Ainetaseen komponentit Valkea-Kotisen alueella 1989-1990 (marraskuu-lokakuu) jaksolla. Lehvästösadanta-laskeuma edustaa puolen vuoden jaksoa (toukokuu-lokakuu). Aineet ilmoitetaan alkuaineen merkinä paitsi So = SO_4S , No = NO_3N ja Nr = NH_4N . B = märkälaskeuma, C = kloriditasekorjattu laskeuma T = lehvästösadantalaskeuma puolen vuoden jaksolla, O = ulosvirtaava ainemäärä. Merisuoloista johtuva osuus on merkitty valkoisella. m = puuttuva tieto.

3.2 Hietajärvi

3.2.1 Laskeuma

Hietajärven seuranta-alueella jatkettiin laskeumamittauksia edellisvuosien tapaan. Lisäksi mitattiin raskasmetalleja kesäkuusta 1990 lähtien. Hietajärven valuma-alueen sademäärä oli vuonna 1991 suurempi kuin muilla Suomen yhdenmääräisen seurannan alueilla tuona vuonna. Tämä näkyy erityisesti vetyionin ja sulfaatin laskeumissa, jotka olivat jopa suuremmat kuin Valkea-Kotisen seuranta-alueella.

3.2.2 Puusto

Metsäntutkimuslaitos perusti alueelle kuusi maaperän ja puuston intensiivialaa vuonna 1988 (Kuva 3). Vuonna 1990 kaksi näistä aloista valittiin kasvillisuuden intensiivialoiksi ja maaperän intensiivialat jouduttiin perustamaan näiden viereen. Vuonna 1991 alueella ei tehty muita mittauksia kuin puiden kunnon arviointi ja neulasnäytteiden otto. Harsuuntumis- ja värivikatulokset on esitetty taulukoissa 6 ja 7.

Puustorakenteeltaan valuma-alueen metsät ovat melko tasaisia. Valtaosalla kankaista puusto muodostaa vain yhden latvuserroksen. Iältään puusto on varttunutta tai vanhaa.

Taulukko 6. Männyn harsuuntuminen ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1988-91 Isolla Hietajärvellä.

	Intensiiviala					
	1	2	3	4	5	6
Vuosi	Harsuuntuminen (%)					
1988	20	20	30	20	10	10
1989	20	20	30	20	10	10
1990	20	20	30	20	10	10
1991	20	20	-	20	0	-
	Tutkittuja puita (kpl)					
1988-90	19	19	16	17	21	19
1991	20	20	-	20	21	-

Taulukko 7. Männyn väriviat ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1988-91 Isolla Hietajärvellä.

	Intensiiviala					
	1	2	3	4	5	6
Vuosi						
1988	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	10	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	10
1991	0	10	-	0	0	-
	Tutkittuja puita (kpl)					
1988-90	19	19	16	17	21	19
1991	20	20	-	20	21	-

3.2.3 Kasvillisuus

Kesällä 1990 Hietajärven seuranta-alueelle Patvinsuolle perustettiin kolme intensiivialaa aluskasvillisuuden (kaksi vanhaa maaperän intensiivialaa ja yksi uusi ala) ja kolme intensiivialaa runkojäkälien seurantaan (Kuva 3). Koko valuma-alueen kasvillisuuskartoitus tehtiin kesällä 1991. Kartoitettu alue käsittää Ison ja Pienen Hietajärven valuma-alueet lukuunottamatta Ison Hietajärven kaakkoispuolella olevaa 6,4 hehtaarin aluetta, joka liitettiin valuma-alueeseen elokuussa 1991 tehdyssä valuma-alueen rajan tarkistuksessa. Kartoitetun alueen kokonaismaa-ala on 344 hehtaaria.

Hietajärven seuranta-alue sijaitsee Etelä-Suomen ja Pohjanmaan-Kainuun metsäkasvillisuusvyöhykkeiden vaihettumisalueella. Suoaluejaossa valuma-alue sijoittuu eksentristen kermikeidassoiden ja Pohjanmaan aapasoiden rajoille. Soissa on havaittavissa molempien suoyhdistymätyyppien piirteitä. Valuma-alueen kasvillisuus muodostuu vaihtelevan kokoisista ja muotoisista suo- ja metsälaikuista (Taulukot 8-10). Metsiä on maapinta-alasta noin puolet ja soita puolet. Metsistä valtaosa on kuivia ja kuivahkoja kangasmetsiä, joissa vallitsevin metsätyyppi on puolukkatyyppi. Kaikille alueen kankailla on ominaista suopursun (*Ledum palustre*) runsaskin esiintyminen, vaikkei kankaalla ole muuten havaittavissa soistumisen merkkejä. Tämä suopursun "ryömiminen" kankailla on eräs Patvinsuon kasvillisuuden pohjoisista piirteistä. Hietajärven valuma-alueen suot ovat pääosin ombro-oligotrofisia nevoja ja rämeitä. Alueelta erotettiin kaikkiaan 15 eri suotyyppiä. Yleisimpiä ovat isovarpurämeet. Ojitettuja soita ei alueella ole.

Taulukko 8. Eri biotooppien pinta-alat ja niiden osuudet maapinta-alasta Hietajärven valuma-alueella. Valuma-alueen kartoittamatonta osaa ei ole huomioitu.

Biotooppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Kuivahkot ja kuivat kankaat	165,5	48,1
Tuoreet kankaat	4,8	1,4
Suot	165,2	48,1
Muut	8,5	2,4

Taulukko 9. Yleisimpien metsätyyppien pinta-alat ja osuudet metsäalasta Hietajärven valuma-alueella. Valuma-alueen kaakkoisosan kartoittamatonta osaa ei ole huomioitu.

Metsätyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Kuivat ja kuivahkot kankaat		
Kanervatyypin (CT)	4,7	2,8
CT-ECT	7,5	4,4
Variksenmarja-kanervatyypin (ECT)	6,9	4,1
Puolukkatyyppi (VT)	80,3	47,2
VT-EVT	41,3	24,3
Variksenmarja-puolukkatyyppi (EVT)	18,0	10,6
Tuoreet kankaat		
Mustikkatyypin (MT)	3,3	1,9

Taulukko 10. Yleisimpien suotyyppien pinta-alat ja osuudet suoalasta Hietajärven koko valuma-alueella.

Suotyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Kangasräme (KgR)	6,4	3,9
Vars. korpiräme (VKR)	2,6	1,6
Isovarpuräme (IR)	40,9	24,8
*Isovarpuräme (raIR)	24,6	14,9
Tupasvillaräme (TR)	1,2	0,7
*Tupasvillaräme (raTR)	4,1	2,5
Rahkaräme (RaR)	23,1	14,0
Lyhytkorsineva (LkN)	5,0	3,0
*Lyhytkorsineva (raLkN)	3,0	1,8
Rimpineva (RiN)	4,4	2,7
Rimpinevaräme (RiNR)	1,0	0,6
Lyhytkorsinevaräme (LkNR)	7,8	4,7
*Lyhytkorsinevaräme (raLkNR)	39,3	23,8

*Mikäli ruskorahkasammalen (*Sphagnum fuscum*) osuus on ollut huomattava, suotyyppilyhenteen eteen on lisätty määre ra.

3.2.4 Maaperä ja maavesi

Alueelle perustettiin kolme uutta maaperäalaa (kuva 3). Kaksi niistä perustettiin kasvillisuuden intensiivialojen 1 ja 4 (entisiä yhdistettyjä maaperä-kasvillisuusaloja) viereen ja kolmas turvealueelle järven lounaispuolelle vuonna 1990 perustetun

kasvillisuuden intensiivialan viereen. Näytteet näiltä aloilta otetaan ensimmäisen kerran vuonna 1992. Kivennäismaa-aloille asennettiin uudet lysimetrit maaveden mittaamiseksi.

3.2.5 Vesibiologia

Iso ja Pieni Hietajärvi (63°10' N, 30°42' E) kuuluvat Suomujoen vesistöalueeseen. Ison Hietajärven valuma-alue on 4,6 km² ja järvisyysprosentti 23,3. Järven pinta-ala on 82,5 hehtaaria ja tilavuus 2,9 miljoonaa m³. Keskisyvyys on 3,6 metriä ja suurin syvyys 8,8 metriä.

Pienen Hietajärven valuma-alue on 0,76 km² ja järvisyys 4,8 %. Pienen Hietajärven pinta-ala on 2,4 hehtaaria ja tilavuus 86 000 m³. Keskisyvyys on 3,5 metriä ja suurin syvyys 7 metriä. Hietajärvet sijaitsevat noin 165 metriä merenpinnan yläpuolella. Pienen Hietajärven laskevaa puroa kutsutaan Kelopuroksi. Se on noin 300 metriä pitkä. Isosta Hietajärvestä laskeva Hietapuro on noin kilometrin pituinen. Purot virtaavat pääosin soistuneiden alueiden kautta. Näytteenottopaikoissa purot ovat noin metrin leveitä ja veden syvyys on alle puoli metriä.

Iso ja Pieni Hietajärvi sekä Kelopuro ja Hietapuro ovat vähäravinteisia ja niukkatuottoisia. Pienen Hietajärven vuosituotanto (19,9 g C m⁻²) oli vuonna 1990 jonkin verran suurempi kuin Ison Hietajärven vuosituotanto (17,3 g C m⁻²). Kummassakin järvessä perustuotanto oli kaksihuippuinen; maksimit mitattiin kesäkuun ja elokuun alussa. Pienessä Hietajärvessä alkukesän tuotantohuippu oli kuitenkin voimakkaampi ja tuotannon kasvu alkoi hieman aiemmin kuin Isossa Hietajärvessä. Tuottava kerros ulottui kirkasvetisessä Isossa Hietajärvessä aina viiden metrin syvyyteen saakka. Tummavetisessä Pienessä Hietajärvessä tuotanto oli keskittynyt kahteen ylimpään metriin. Klorofyllipitoisuus oli Pienessä Hietajärvessä korkeampi kuin Isossa Hietajärvessä. Klorofyllipitoisuuden syvyysjakauma noudatti kummasakin järvessä perustuotannon jakaumaa.

Pienessä Hietajärvessä vuotuinen hengitys oli jonkin verran suurempi kuin Isossa Hietajärvessä. Hengityksen maksimiarvot mitattiin Isossa Hietajärvessä elokuun puolivälissä ja Pienessä Hietajärvessä touko-kesäkuussa. Hengityksen maksimisyyvyys vaihteli jonkin verran. Se havaittiin usein puolen ja kahden metrin välillä.

Pienen Hietajärven laskeva Kelopuro oli jonkin verran tuottavampi kuin Isosta Hietajärvestä laskeva Hietapuro. Myös hengitys oli Kelopurossa jonkin verran suurempi kuin Isosta Hietajärvestä laskevassa purossa.

Iso Hietajärvi on kerrostunut, mesotrofinen pienjärvi (surviaissääskistä *Sergentia coracina*, *Chironomus tardus*-t., *C. anthracinus*, simpukoista *Pisidium casertanum*). Suuren näkösyvyyden takia sublitoraali ulottuu ainakin 3,5 metriin, missä fauna kuvastaa levätuotantoa. Rantavyöhykkeen lajisto osoittaa, että järvi ei ole happamoitunut. Sieltä löytyy myös runsaasti indikaattorilajeja (kotilot, simpukat, päivänkorennot).

Tutkimuksen tehokkuuden ja tuloksellisuuden parantamiseksi veden laadun ja biologisen seurannan yhteensovittamiseen ja toteutukseen tulee kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Myös tutkimusresurssien asettamat rajat olisi paremmin otettava huomioon. Veden laadun seurannassa on syytä kiinnittää huomiota leville käyttökelpoisten ravinteiden ohella erityisesti veden lämpötilaan ja happitilanteeseen. Liukoisten ravinteiden tutkimusta tulee tarkentaa, sillä ravinteiden mahdollinen pohjalta vapautuminen heijastuu koko vesiekosysteemin ravinnetaseeseen ja sen kautta tuotanto- ja hajotustapahtumiin.

Järven kasviplanktonin, tuotannon ja hengityksen horisontaalisiin eroihin vaikuttavat mm. virtaukset ja tuuli. Isossa Hietajärvessä näytteitä otettiin kahdesta melko kaukana toisistaan sijaitsevasta havaintopaikasta. Havaintopaikkojen sijaintia ja lukumäärää

tulisi harkita jatkossa uudestaan, jotta kokoomanäyte edustaisi järveä mahdollisimman hyvin. Havaintopaikkojen lukumäärän lisääminen vaatisi kuitenkin tutkimusresurssien lisäämistä.

3.2.6 Kalasto

Isolla Hietajärvellä koekalastettiin kesä-elokuussa 1988 niin että kalastuksia kertyi kaikkiaan 13. Saaliiksi saatiin viittä kalalajia, keskisaaliin ollessa 5,8 kg verkkosarjaa kohti. Suurin osa saaliin painosta oli ahventa (49,6 %) ja särkeä (47,8 %). Lisäksi saatiin haukea (1,9 %), kiiskeä (0,6 %) ja salakkaa (0,2 %).

3.2.7 Ainetaseet

Kuvassa 8 esitetään aikasarjana neljän ionin ainevirrat Hietajärven alueella vuosina 1988-1990. Myös Hietajärvellä on sulfaattilaskeumissa nähtävissä laskeva suuntaus. Kuvassa 9 on esitettyä joitakin ainetaseen komponentteja eri korjauksineen hydrologisen vuoden jaksolle marraskuu 1989-lokakuu 1990 (lehvästösadanta-laskeuma edustaa jaksoa toukokuu-lokakuu 1990). Alumiini on mitattu kokonaisalumiinina.

3.4 Pesosjärvi

3.4.1 Laskeuma

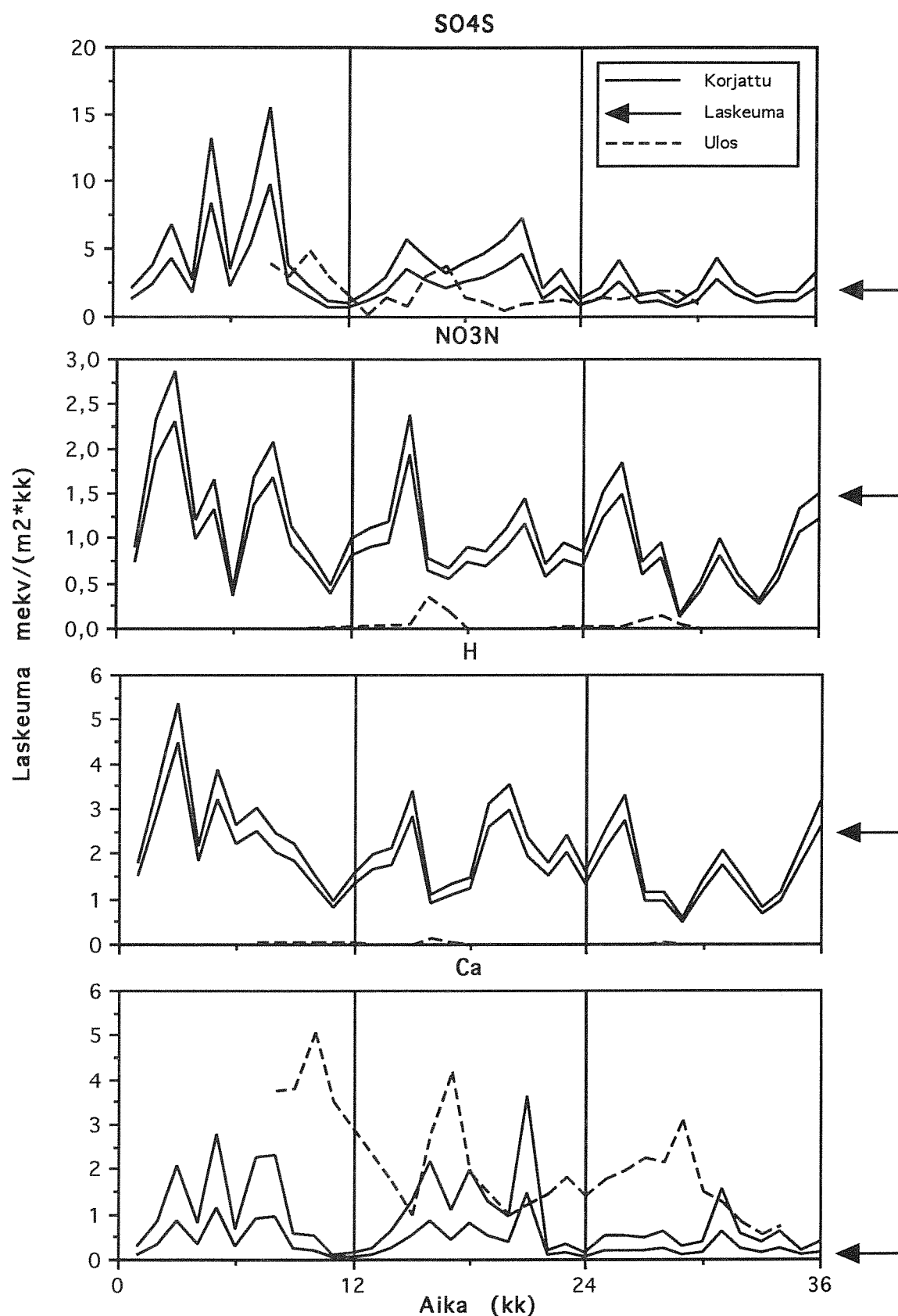
Pesosjärven seuranta-alueella mitattiin tarkastelujaksona laskeumia edellisvuosien tapaan. Kuten muilla yhdennetyn seurannan alueilla Suomessa, aloitettiin Pesosjärvelläkin vuonna 1990 raskasmetallien mittaukset laskeumasta. Happamoittavien yhdisteiden laskeumat olivat Pesosjärvellä selvästi alhaisemmat kuin etelämmässä sijaitsevilla Valkea-Kotisella ja Hietajärvellä.

3.4.2 Puusto

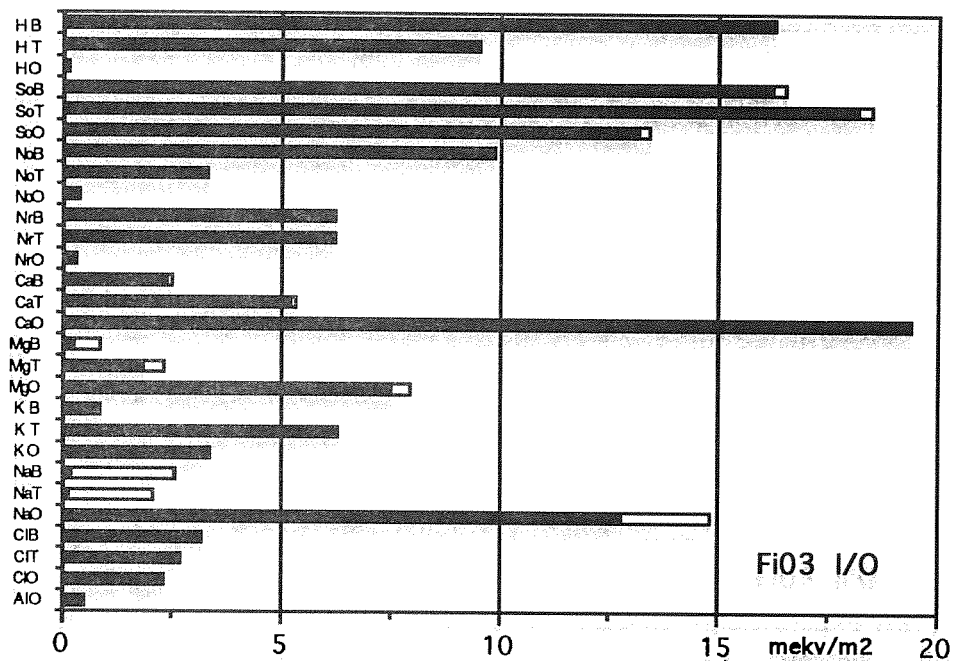
Puuston mittaus tehtiin Pesosjärvellä toista kertaa vuonna 1991. Pienten puiden (<1,3 m), kuolleiden ja kaatuneiden puiden sekä kantojen mittaukset tehtiin intensiivialoilta 1, 2, 3 ja 5 (Kuva 4). Intensiivialalta 6 (uusi, vuonna 1991 perustettu ala) tehtiin vain perusmittaukset.

Taulukko 11a. Männyn harsuuntuminen ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1989-91 Pesosjärvellä.

	Intensiiviala					
	1	2	3	4	5	6
Vuosi	Harsuuntuminen (%)					
1989	-	20	10	20	20	-
1990	-	30	20	20	20	-
1991	0	30	20	-	20	40
	Tutkittuja puita (kpl)					
1989-90	-	10	5	7	4	-
1991	2	10	5	-	4	20



Kuva 8. Sulfaattirikin, nitraattitypen, protonien sekä kalsiumin kulkeutuminen kuukausiarvoina märkälasseuman (=lasseuma), lehvästösadantakorjatun lasseuman (=korjattu) sekä ulosvirtaavan veden mukana (=ulos) Hietajärven alueella vuosina 1988-90.



Kuva 9. Ainetaseen komponentit Hietajärven alueella 1989-1990 (marraskuu-lokakuu) jaksolla. Lehvästösadanta-laskeuma edustaa puolen vuoden jaksoa (toukokuu-lokakuu). Aineet ilmoitetaan alkuaineen merkinä paitsi So = SO_4S , No = NO_3N ja Nr = NH_4N . B = märkälasseuma, T = lehvästösadantalasseuma puolen vuoden jaksolla, O = ulosvirtaava ainemäärä. Merisuoloista johtuva osuus on merkitty valkoisella. m = puuttuva tieto.

Taulukko 11b. Kuusen harsuuntuminen ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1988-91 Pesosjärvellä.

	Intensiiviala				
	1	2	3	4	5
Vuosi	Harsuuntuminen (%)				
1989	30	40	40	40	40
1990	50	40	40	50	50
1991	60	50	50	-	50
	Tutkittuja puita (kpl)				
1989-90	19	11	15	8	11
1991	19	11	15	-	17

Taulukko 12a. Männyn väriviat ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1989-91 Pesosjärvellä.

	Intensiiviala					
	1	2	3	4	5	6
Vuosi	Väriviat (%)					
1989	-	-	0	-	-	-
1990	-	0	0	0	0	-
1991	0	0	0	-	0	0
	Tutkittuja puita (kpl)					
1989-90	-	10	5	7	4	-
1991	2	10	5	-	4	20

Taulukko 12b. Kuusen harsuuntuminen ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1989-91 Pesosjärvellä.

	Intensiiviala					
	1	2	3	4	5	6
Vuosi	Harsuuntuminen (%)					
1989	-	-	10	-	-	-
1990	20	10	20	10	10	-
1991	10	0	10	-	10	-
	Tutkittuja puita (kpl)					
1989-90	19	11	15	8	11	-
1991	19	11	15	-	17	-

3.4.3 Kasvillisuus

Vuonna 1991 Pesosjärvellä mitattiin uudelleen aluskasvillisuuden ja runkojäkälien intensiivialat 2 ja 5 sekä vuonna 1991 perustettu turveala 6 (Kuva 4). Ensimmäinen mittaus tehtiin kesällä 1989.

Vuosina 1990-91 tehdyn kasvillisuuskartoituksen mukaan Pesosjärven valuma-alue muodostuu tuoreiden kangasmetsien vallitsemista vaaroista sekä syvistä laaksoista. Suot ovat sijoittuneet laaksoissa olevien vesistöjen ja purojen rannoille. Valuma-alueen kokonaispinta-ala on noin 640 hehtaaria. Kansallispuiston ulkopuolella olevan hakatun alueen laajuus on noin 65 hehtaaria eli noin 10 prosenttia valuma-alueesta. Kasvillisuustuloksissa ei huomioida hakattua aluetta, ellei toisin mainita. Biotooppien pinta-alat ovat taulukossa 13.

Taulukko 13. Pesosjärven valuma-alueen biotooppien pinta-alat ja osuudet kokonaispinta-alasta (hakattu alue mukaanluettuna).

Biotooppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Kansallispuiston puoleinen osa		
Kankaat	378,6	59,2
Suot	139,3	21,8
Vesistöt	56,9	8,9
Kansallispuiston ulkopuolinen osa		
Kankaat	47,9	7,5
Suot	17,1	2,7
Vesistöt	0,0	0,0

Pesosjärven seuranta-alueella on silmiinpistävää eri kasvillisuustyyppien (erityisesti suotyyppit) suuri määrä ja rehevien kasvillisuustyyppien esiintyminen (dolomiitti-vaikutus) (Taulukot 14-19). Alueen metsät ovat pääosin tuoretta kangasta, mutta lehtomaisia kankaita ja lehtojakin on paikoitellen. Saniaislehtoja esiintyy jonkin verran. Kapeisiin laaksoihin purojen varsille sijoittuneet suot ovat enimmäkseen runsasravinteisia. Ylempänä vaarojen rinteillä karut rämeet ovat yleisiä. Karuja nevoja on laajempina vain Pitkän Pekanlammen luoteispäässä ja Pahkasuolla. Erikoista on ravinteisten ja karujen soiden vuorottelu paikoitellen. Korvet esiintyvät kapeina juotteina vaarojen rinteiden kosteissa painanteissa. Rämeitä on vaarojen rinteillä olevilla suoalueilla sekä soiden reunoilla, joissa ne muodostavat paikoin satojakin metrejä pitkiä reunuksia. Lähteisyys tulee paikoin voimakkaasti esille vaarojen rinteillä kankaiden ja soiden yhtymäkohdissa.

Taulukko 14. Pesosjärven valuma-alueen metsätyyppien pinta-alat ja osuudet metsäalasta.

Metsätyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
<i>Hylocomium-Myrtillus</i> -tyyppi (HMT)	305,4	80,7
<i>Ledum-Uliginosum</i> -tyyppi (LUT)	58,4	15,4
<i>Empetrum</i> -tyyppi (EM)	2,1	0,6
<i>Geranium-Myrtillus</i> -tyyppi (GMT)	6,3	1,7
<i>Geranium-Dryopteris</i> -tyyppi (GDT)	2,4	0,6
<i>Geranium</i> -tyyppi (GT)	3,3	0,9
<i>Geranium-Filipendula</i> -tyyppi (GFiT)	0,2	0,1
<i>Dryopteris expansa</i> -tyyppi (Exp-FT)	0,1	0,0
<i>Matteuccia struthiopteris</i> -tyyppi (Matt-FT)	0,3	0,1
<i>Diplazium sibiricum</i> -tyyppi (Dipl-FT)	0,1	0,0

Taulukko 15. Pesosjärven valuma-alueen korprien pinta-alat ja osuus suoalasta.

Suotyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Kangaskorpi (KgK)	7,8	5,6
Lehtokorpi (LhK)	2,0	1,4
Lettomainen lehtokorpi (LLhK)	1,1	0,8
Varsinainen korpi (VK)	0,8	0,6
Mustikkakorpi (MK)	1,2	0,9
Muurainkorpi (MrK)	1,6	1,1
Metsäkortekorpi (MkK)	0,8	0,6
Ruoho- ja heinäkorpi (RhK)	0,7	0,5
Luhtainen - " - (LuRhK)	2,1	1,5
Lähteinen - " - (LäRhK)	0,8	0,6

Taulukko 16. Pesosjärven valuma-alueen rämeiden pinta-alat ja osuus suoalasta.

Suotyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Pallosararäme (PsR)	28,1	20,2
Tupasvillaräme (TR)	5,6	4,0
Kangasräme (KgR)	3,2	2,3
Pallosarakorpiräme (PsKR)	3,1	2,2
Räaseikkö (Rä)	0,3	0,2
Isovarpuräme (IR)	0,1	0,1
Vars. isovarpuräme (VIR)	0,2	0,1
Vaivaiskoivuräme (Vkr)	0,3	0,2
Variksenmarjarahkaräme (VrRR)	3,4	2,4

Taulukko 17. Pesosjärven valuma-alueen nevojen pinta-alat ja osuus suoalasta.

Suotyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Vars. saraneva (VSN)	0,7	0,5
Mesotrofinen saraneva (MeSN)	1,6	1,1
Vars. minerotrof. lyhytkorsineva (VMiLkN)	0,6	0,4
Kalvakkaneva (KaN)	2,1	1,5
<i>Sphagnum</i> -rimpineva (SphRiN)	2,1	1,5
Oligotrof. <i>Drepanocladus</i> - Rimpineva (OligRuRin)	3,8	2,7
Mesotrof. rimpineva (MeRiN)	2,2	1,6
Mesotrof. ruopparimpineva (MeRuRin)	3,7	2,7

Taulukko 18. Pesosjärven valuma-alueen lettojen pinta-alat ja osuus suoalasta.

Suotyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Luhtaletto (LuL)	0,4	0,3
Lähdeletto (LäL)	0,1	0,1
<i>Sphagnum warnstorffii</i> -letto (WaL)	4,0	2,9
<i>Campylium stellatum-Drepanocldus</i>		
Int.-letto (CaIntL)	1,4	1,0
<i>Intermedius</i> -letto(IntL)	0,9	0,6
<i>Scorpidium scorpioides</i> -rimpiletto (ScRiL)	3,1	2,2
<i>Carex lasiocarpa-Scorpidium s.</i> -rimpiletto (LasScRiL)	6,8	4,9

Taulukko 19. Pesosjärven valuma-alueen luhtien ja yhdistelmätyyppien pinta-alat ja osuus suoalasta.

Suotyyppi	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Lettokorpi (LK)	11,4	8,1
Vars. lettokorpi (VLK)	5,3	3,8
Luhtainen lettokorpi (LuLK)	3,5	2,5
Lähteinen lettokorpi (LäLK)	0,9	0,6
Lettoräme (LR)	0,5	0,4
Vars. lettoräme (VLR)	4,0	2,9
Rahkainen lettoräme (RLR)	3,4	2,4
Luhtainen lettoräme (LuLR)	2,4	1,7
Nevakorpi NK	0,3	0,2
Luhtainen nevakorpi (LuNK)	0,9	0,6
Sarakorpi (SK)	0,1	0,1
Vars. sarakorpi (VSK)	0,1	0,1
Mesotrofinen sarakorpi (MeSK)	0,1	0,1
Tupasvillakorpi (TK)	0,1	0,1
Vars. sararäme (VSR)	4,5	3,2
Mesotrof. sararäme (MeSR)	3,4	2,4
Vars. lyhytkorsinevaräme(VLkNR)	1,6	1,1
Koivuluhta (KoLu)	0,2	0,1

3.4.4 Maaperä ja maavesi

Pesosjärven valuma-alueelle perustettiin kaikkiaan vuonna 1991 neljä uutta maaperäalaa. Niistä kolme sijaitsee entisten yhdistettyjen maaperä-kasvillisuusalojen läheisyydessä, joilla vastaisuudessa seurataan vain kasvillisuutta. Neljäs ala on turveala ja se on perustettu Pesosjärven eteläpuolelle kasvillisuuden intesiivialan läheisyyteen. Pesosjärveltä otettiin jo toisen kerran maaperänäytteet ja nimenomaan vain uusilta maaperäaloilta. Alueelle asennettiin myös uusia lysimetrejä maaveden mittaamiseksi.

3.4.5 Vesibiologia

Pesosjärven seuranta-alueella ei ole tehty vielä intensiivistä vesibiologista tutkimusta, mutta pohjaeläimiä on seurattu. Pesosjärven syvänteen (12 m) pohjaeläinlajisto on

erittäin niukka ja osoittaa pohjan oligotrofiaa. Järven on ilmeisen paljon pohjalle purkautuvia lähteitä, koska vielä 5-6 metrin syvyydessä on kylmästenotermisiä lajeja. Lisäksi järvimalmia esiintyy runsaasti. Rantavyöhyke indikoi korkeaa pH:ta, samoin kuin Isossa Hietajärvessäkin.

3.4.6 Kalasto

Pesosjärven kolmesta koekalastuksesta 28.8.-30.8.1990 saatiin saaliista keskimäärin 11,9 kg verkkosarjaa kohti. Ahventa oli 45 % ja siikaa 47 % saaliin painosta. Lisäksi Pesosjärvestä saatiin yhteensä 20 taimenta.

3.4.7 Ainetaseet

Kuvassa 10 esitetään aikasarjana neljän ionin ainevirrat Pesosjärven alueella vuosina 1988-1990. Pesosjärven alueelta puuttuvat arviot ulosvirtaavista ainemääristä. Kuvassa 11 on esitettyä joitakin ainetaseen komponentteja eri korjauksineen hydrologisen vuoden jaksolle marraskuu 1989-lokakuu 1990 (lehvästösadanta-laskeuma edustaa jaksoa toukokuu-lokakuu 1990).

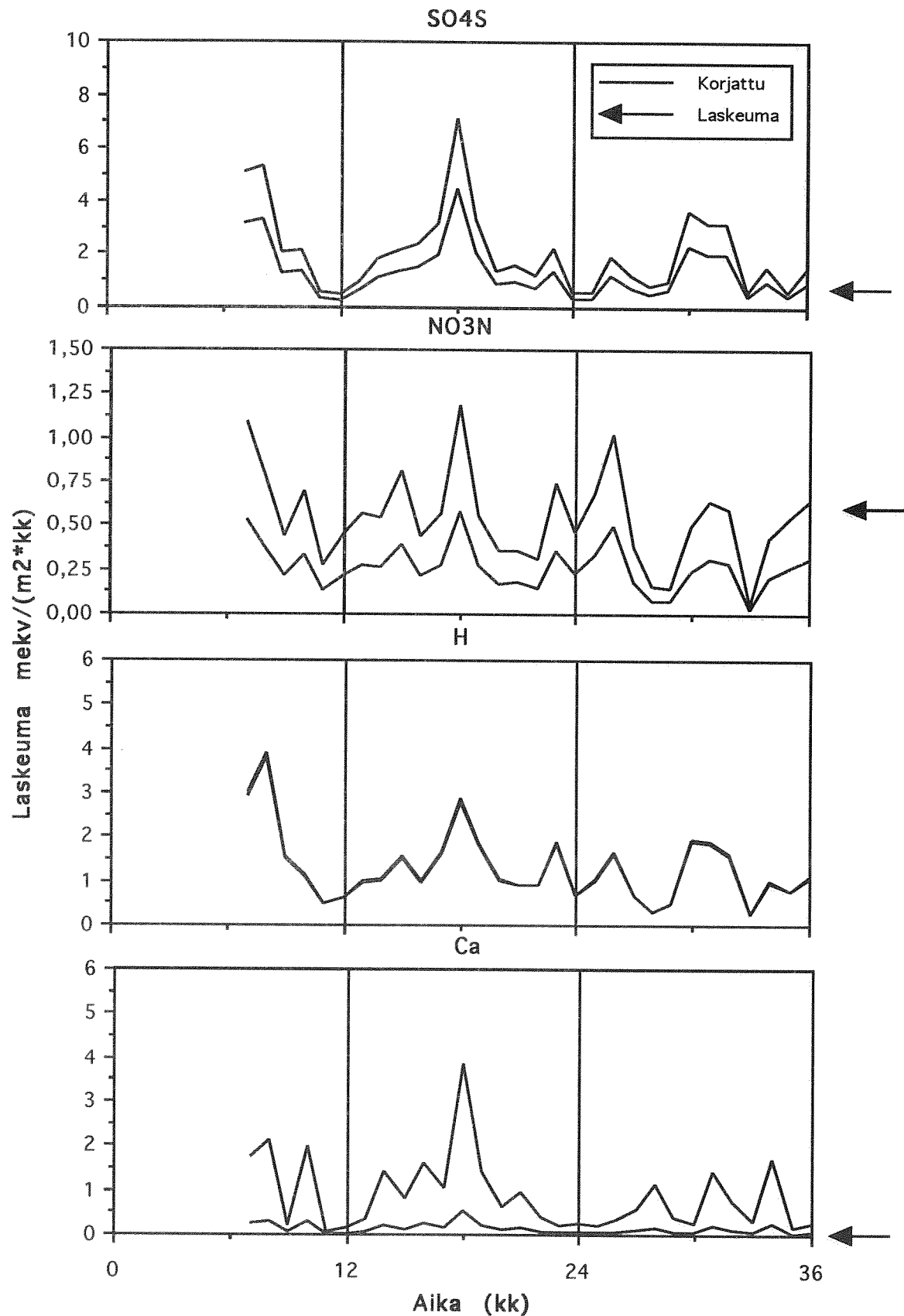
3.5 Vuoskojärvi

3.5.1 Laskeuma

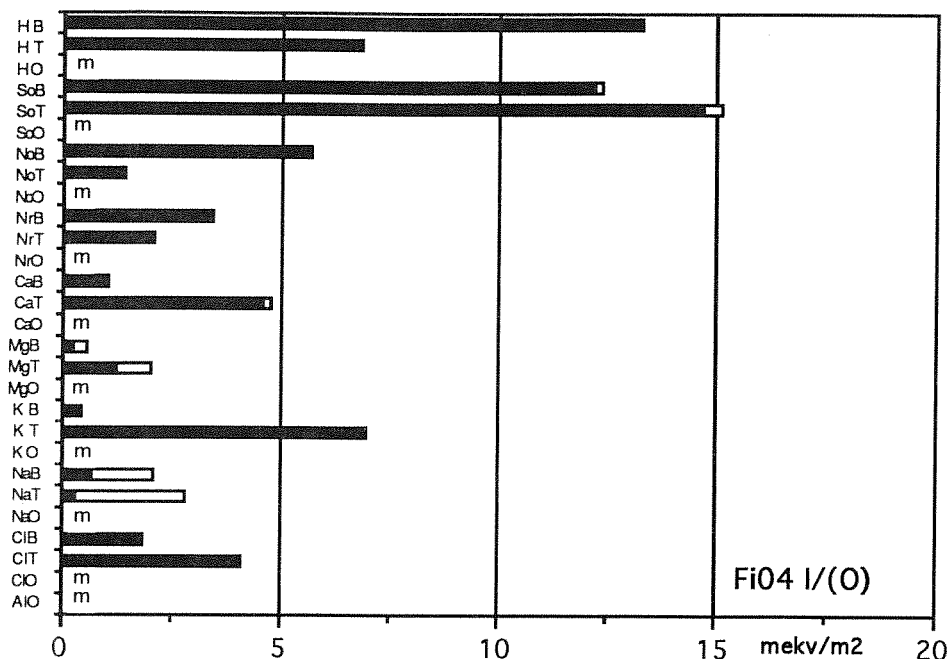
Vuoskojärven seuranta-alueella mitattiin laskeumia edellisvuosien tapaan, ja raskasmetallimääritykset laskeumasta aloitettiin vuonna 1990 kuten muillakin seuranta-alueilla. Vuoskojärven alueen laskeumia luonnehtivat merellisten laskeuma-komponenttien natriumin, magnesiumin ja kloridin korkeat arvot. Happamoittavien yhdisteiden laskeumat ovat selvästi pienemmät kuin muualla maan eteläisemmillä seuranta-alueilla.

3.5.2 Puusto

Metsäntutkimuslaitos perusti vuonna 1988 Vuoskojärven seuranta-alueelle neljä puustoalaa. Näistä kolmella seurataan myös aluskasvillisuutta. Kasvillisuus-seurantoihin on kuulunut lisäksi männyn ja tunturikoivun runkoepifyyttien seuranta. Vuosina 1990-91 kaikilla aloilla tehtiin pienten puiden (<1,3 m), kuolleiden ja kaatuneiden puiden ja kantojen mittaukset. Kaikkien intensiivialojen numeroiduista puista (valtapuut) tehtiin tarkistukset, ts. tutkittiin onko puu vielä elossa vai kaatunut tai kuollut. Puuston terveydentilaa on tutkittu kahdella intensiivialalla (Taulukot 20 ja 21).



Kuva 10. Sulfaattirikin, nitraattitypen, protonien sekä kalsiumin kulkeutuminen kuukausiarvoina märkälasseuman (=laskeuma) sekä lehvästösadantakorjatun laskeuman (=korjattu) mukana Pesosjärven alueella vuosina 1988-90.



Kuva 11. Ainetaseen komponentit Pesosjärven alueella 1989-1990 (marraskuu-lokakuu) jaksolla. Lehvästösadanta-laskeuma edustaa puolen vuoden jaksoa (toukokuu-lokakuu). Aineet ilmoitetaan alkuaineen merkinä paitsi So = SO₄S, No = NO₃N ja Nr = NH₄N. B = märkälasseuma, T = lehvästösadantalasseuma puolen vuoden jaksolla, O = ulosvirtaava ainemäärä. Merisuoloista johtuva osuus on merkitty valkoisella. m = puuttuva tieto.

Taulukko 20. Männyn harsuuntuminen ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivi-aloittain vuosina 1988-91 Vuoskojärvellä.

	Intensiiviala	
	1	2
Harsuuntuminen (%)		
Vuosi		
1988	30	30
1989	30	30
1990	30	20
1991	30	30
Tutkittuja puita (kpl)		
1988-90	18	19
1991	19	20

Taulukko 21. Männyn väriviat ja tutkittujen puiden lukumäärä intensiivialoittain vuosina 1988-91 Vuoskojärvellä.

	Intensiiviala	
	1	3
Vuosi	Väriviat (%)	
1988	10	10
1989	20	0
1990	0	10
1991	0	0
	Tutkittuja puita (kpl)	
1988-90	18	19
1991	19	20

3.5.3 Kasvillisuus

Vuoskojärven seuranta-alueella tehtiin koko valuma-alueen kasvillisuuskartoitus mittakaavaan 1:5000 sekä aluskasvillisuuden (kasvillisuusnäytealat) ja epifyyttijäkälien uudelleenmittaus vuonna 1991. Tulosten raportointi on vielä kesken. Ensimmäinen intensiivialojen mittaus on tehty kesällä 1989.

3.5.3 Maaperä ja maavesi

Vuoskojärven valuma-alueelle perustettiin vuonna 1991 kolme uutta maaperäalaa. Kaikki sijaitsevat entisten maaperä-kasvillisuusalojen läheisyydessä, joilta tulevaisuudessa seurataan vain kasvillisuutta. Uusilta maaperäaloilta otettiin maaperänäytteet. Lisäksi asennettiin uusia lysimetrejä maaveden mittaamiseksi.

3.5.5 Vesibiologia

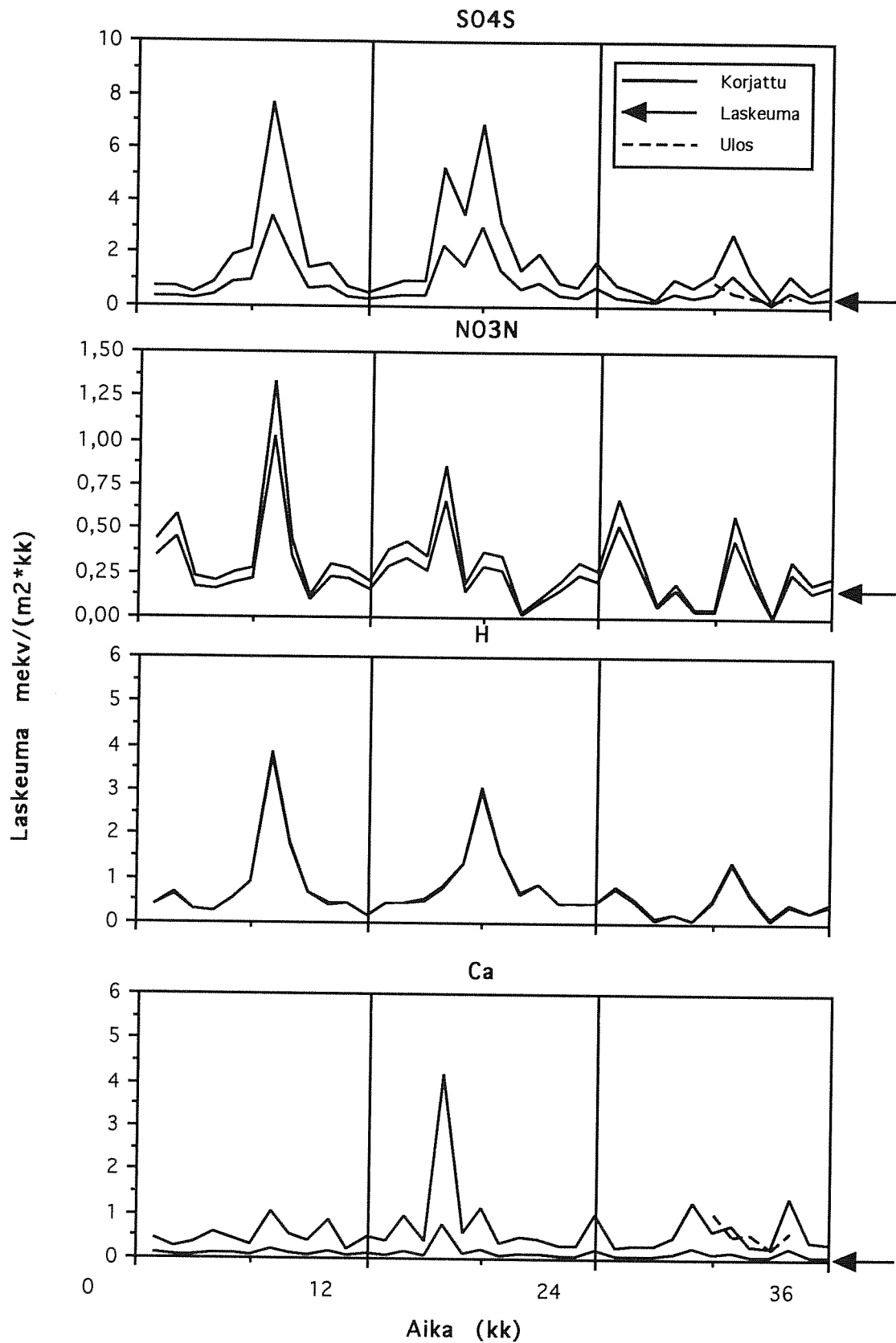
Vuoskojärvellä ei ole tehty vesibiologista seuranta pohjaeläimiä lukuunottamatta. Vuoskojärvi on tyypillinen Lapin litoraali järvi, jossa valaistus tavoittaa syvimmätkin kohdat (syvällä 5-6 metrissä surviaissääksisuku *Tanytarsus* dominoi). Erityisesti surviaissääksien levänsyöjälajisto on runsas ja monipuolinen. Järvi ei ole happamoitunut. Ainoana kerrostumattomana järvenä seuranta-alueiden joukossa Vuoskojärvi kuvastaa suuremmin vuosittaisia säävaihteluita.

3.5.6 Kalasto

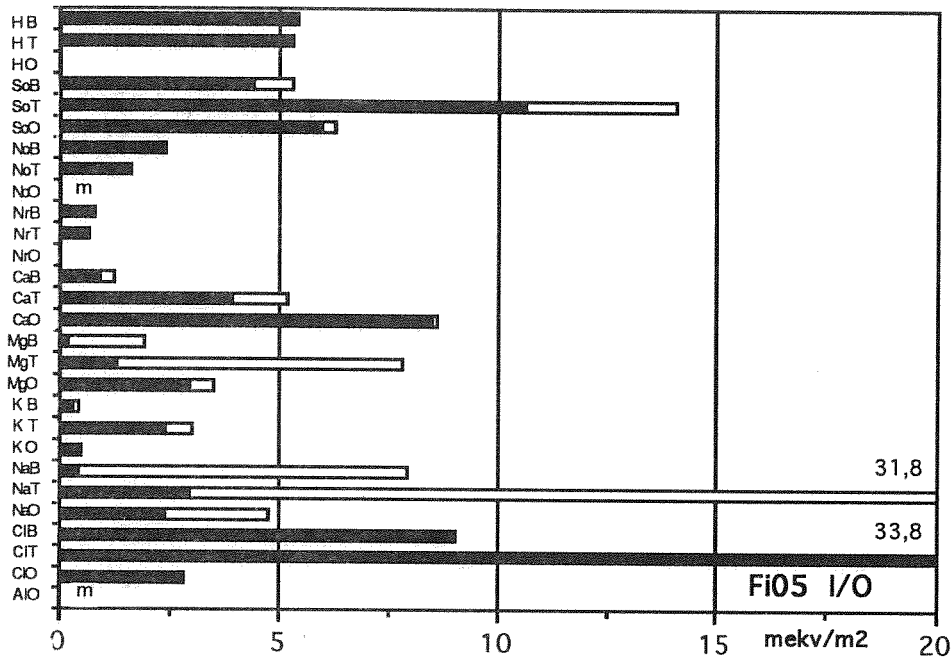
Vuoskojärvellä koekalastettiin 30.8.1990. Verkkosarjan saalis oli 13,8 kg, ja se oli suurimmaksi osaksi ahventa (84,4 %). Lisäksi saatiin neljä siikaa.

3.5.7 Ainetaseet

Kuvassa 12 esitetään aikasarjana neljän ionin ainevirrat Vuoskojärven alueella vuosina 1988-1990. Kuvassa 13 on esitettyä joitakin ainetaseen komponentteja eri korjauksineen hydrologisen vuoden jaksolle marraskuu 1989-lokakuu 1990 (lehvästösadanta-laskeuma edustaa jaksoa toukokuu-lokakuu 1990). Merisuolojen vaikutus on ilmeinen. Ulosvirtaavien ainemäärien arvioinnissa on yliarviointivirhemahdollisuus, sillä laskelmat perustuvat virtaamamittauksiin jaksolta kesäkuu-lokakuu, jolloin virtaamat ovat suuremmat kuin talvella.



Kuva 12. Sulfaattirikin, nitraattitypen, protonien sekä kalsiumin kulkeutuminen kuukausiarvoina märkälaskeuman (=laskeuma), lehvästösadantakorjatun laskeuman (=korjattu) sekä ulosvirtaavan veden mukana (=ulos) Vuoskojärven alueella vuosina 1988-90.

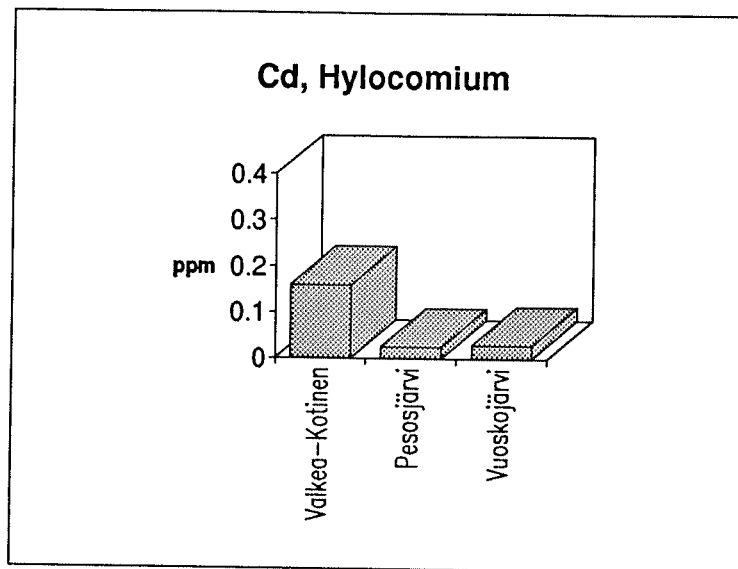
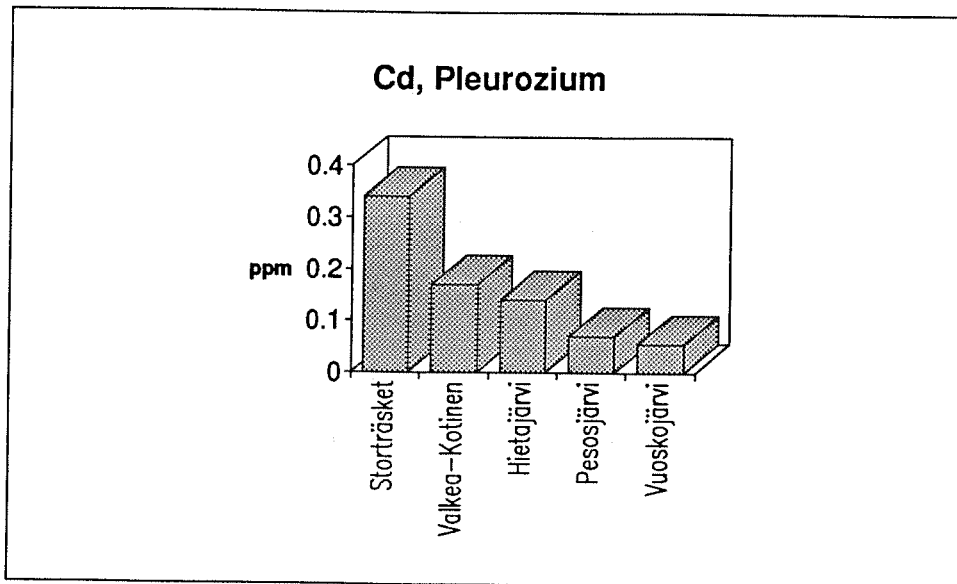


Kuva 13. Ainetaseen komponentit Vuoskojärven alueella 1989-1990 (marraskuu-lokakuu) jaksolla. Lehvästösadanta-laskeuma edustaa puolen vuoden jaksoa (toukokuu-lokakuu). Aineet ilmoitetaan alkuaineen merkinä paitsi So = SO_4S , No = NO_3N ja Nr = NH_4N . B = märkälaskeuma, T = lehvästösadantalaskeuma puolen vuoden jaksolla, O = ulosvirtaava ainemäärä. Merisuoloista johtuva osuus on merkitty valkoisella. m = puuttuva tieto.

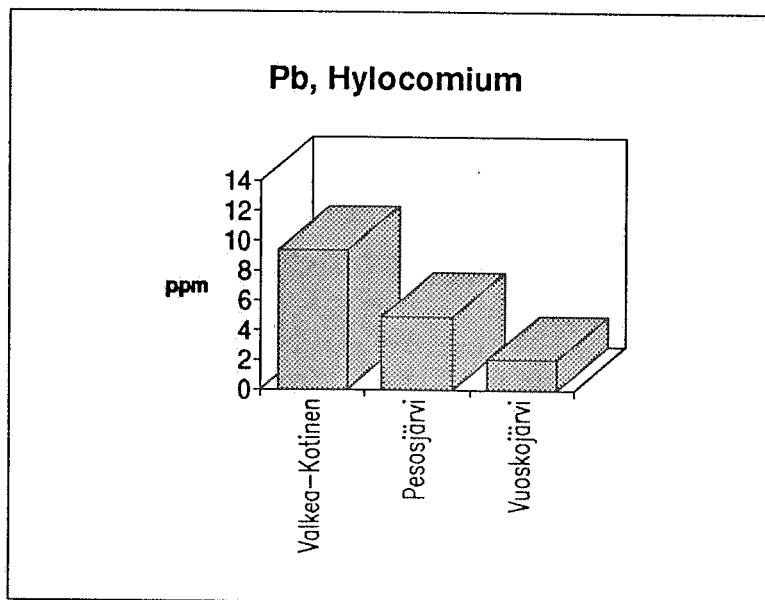
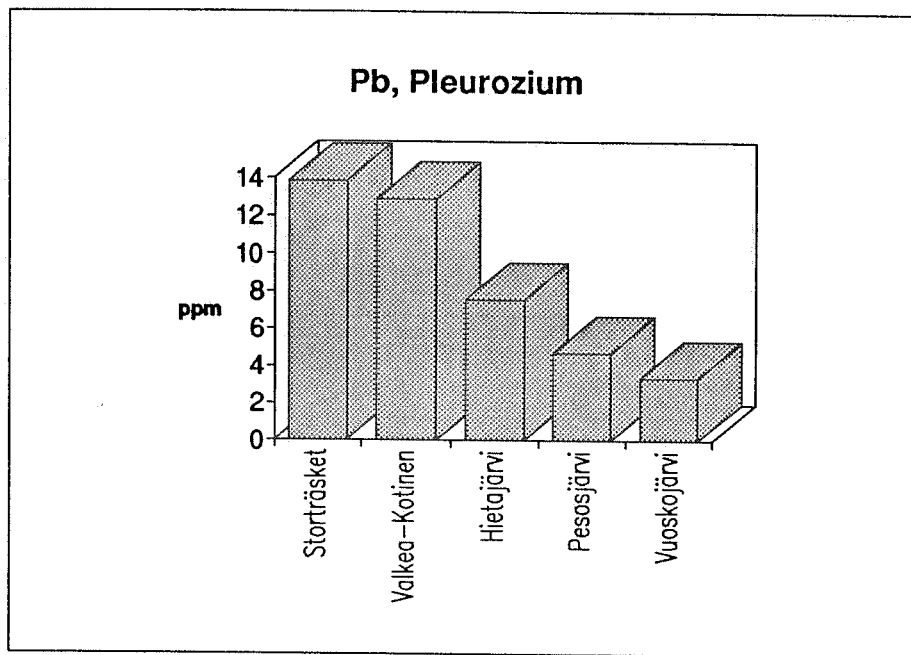
4 SAMMALTEN RASKASMETALLIPITOISUUDET

Sammalten raskasmetallipitoisuudet ovat yleensä suurempia eteläisillä kuin pohjoisilla seuranta-alueilla (kuvat 14-21). Tulokset on ilmoitettu ug/g (ppm) kuivaa sammalta ja ne ovat kahden erikseen määritetyn osanäytteen keskiarvoja.

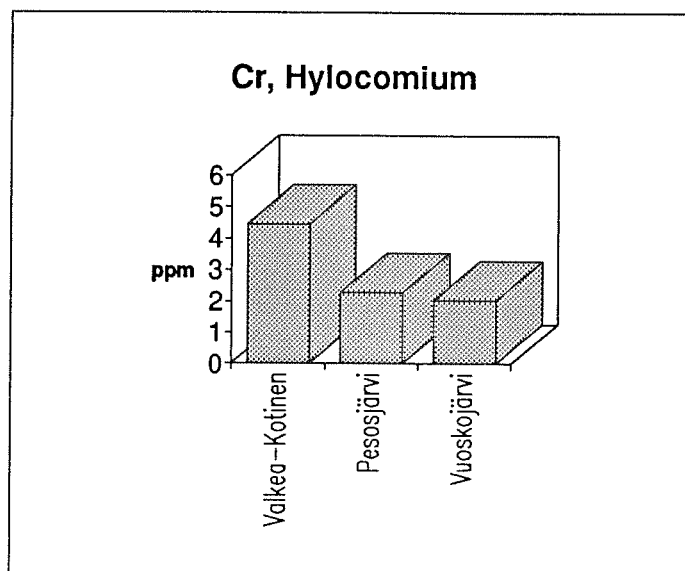
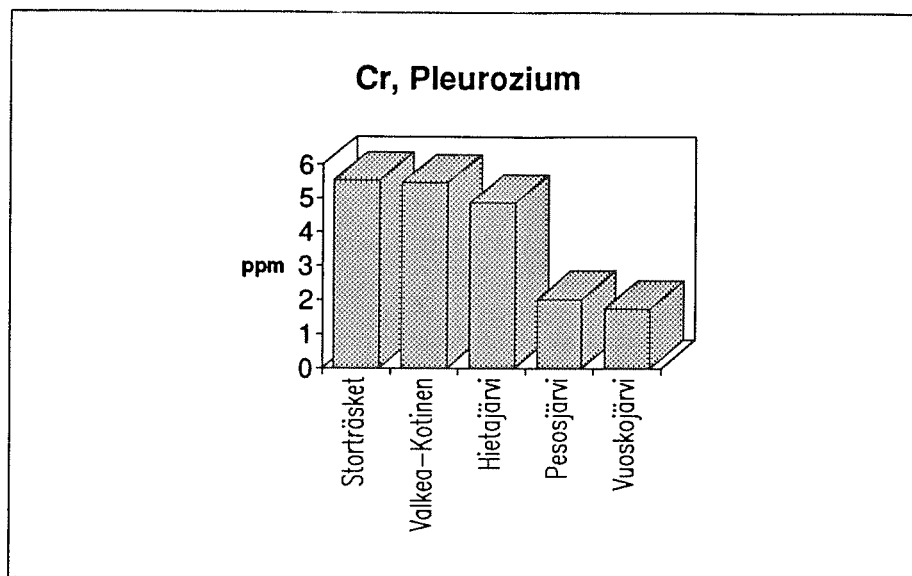
Storträsketiltä kerätyssä seinäsammalessa rautapitoisuus on erityisen korkea (kuva 21). Se on moninkertainen muiden alueiden pitoisuuksiin verrattuna. Korkeat arvot ovat seurausta Hangon Lappohjassa sijaitsevan Koverharin rauta- ja terästehtaan päästöistä. Kuparipitoisuudet ovat suurimpia pohjoisimmalla seuranta-alueella Vuoskojärvellä (kuva 18). Myös nikkelpitoisuus on Vuoskojärven sammalissa yhtä korkea, seinäsammalessa jopa korkeampi kuin eteläisemmällä seuranta-alueilla (kuva 17). Korkeat pitoisuudet ovat kaukokulkeutumia Kuolan teollisuusalueelta. Kuolan päästöjen vaikutus ilmenee erityisen selvästi juuri ilmestyneessä "Atmospheric heavy metal deposition in northern Europe 1990" -julkaisussa (Nord 1992:12). Sammalten lyijypitoisuudet ovat laskeneet kaikilla alueilla vuosina 1988-89 kerättyihin näytteisiin verrattuna. Erityisen selvästi tämä näkyy Valkea-Kotisen seuranta-alueella metsäkerrossammalen pitoisuudessa, joka oli laskenut vuoden 1988 18,3 ppm:stä 9,4 ppm:aan. Lyijypitoisuuden pieneneminen on seurausta lyijyttömään bensiiniin siirtymisestä.



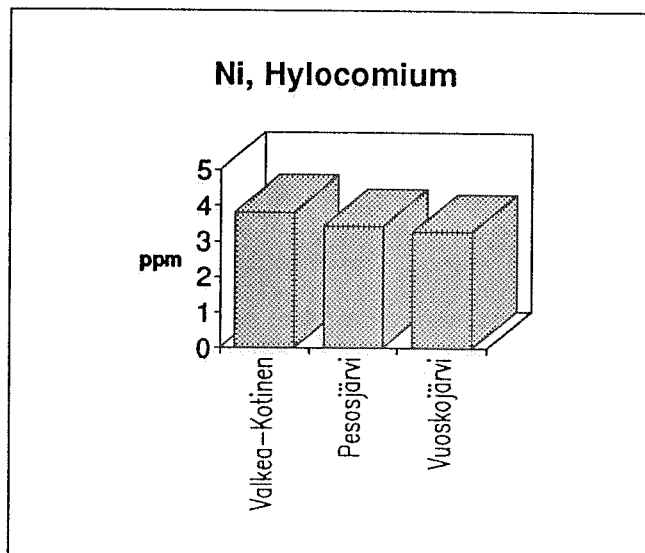
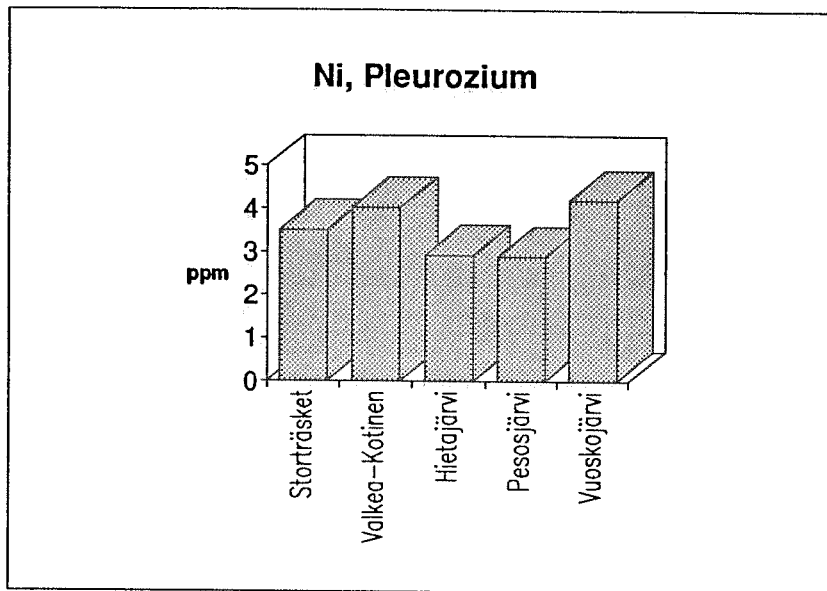
Kuva 14. Kadmiumpitoisuudet (Cd) seinäsammalessa (*Pleurozium schreberi*) ja metsäkerrossammalessa (*Hylocomium splendens*) eri seuranta-alueilla.



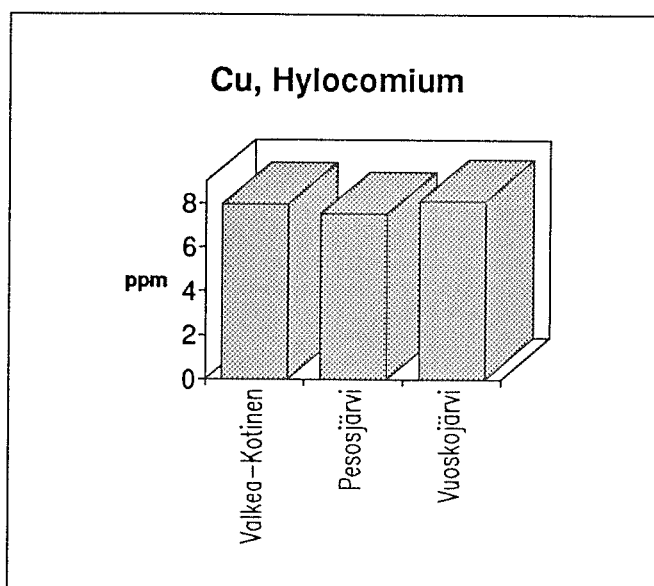
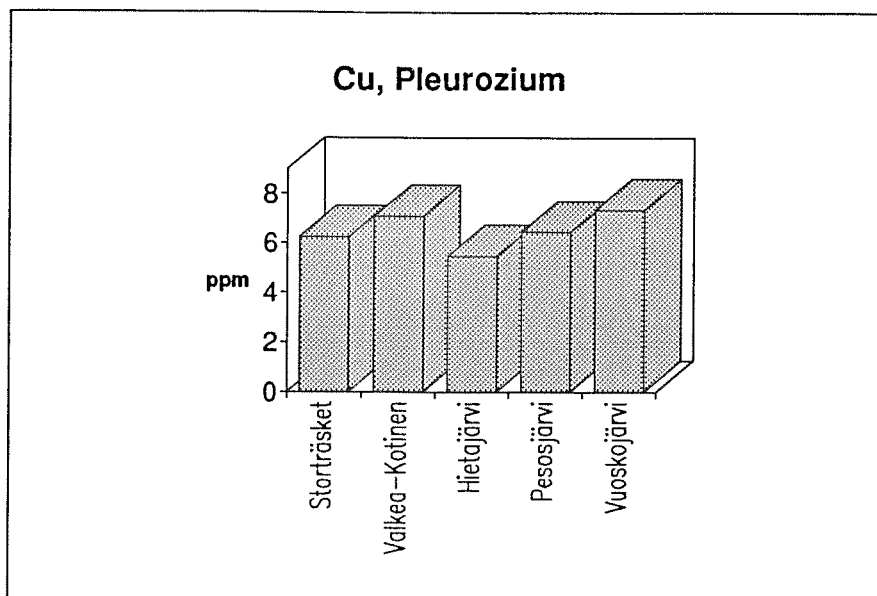
Kuva 15. Lyijypitoisuudet (Pb) seinäsammalessa (*Pleurozium schreberi*) ja metsäkerrossammalessa (*Hylocomium splendens*) eri seuranta-alueilla.



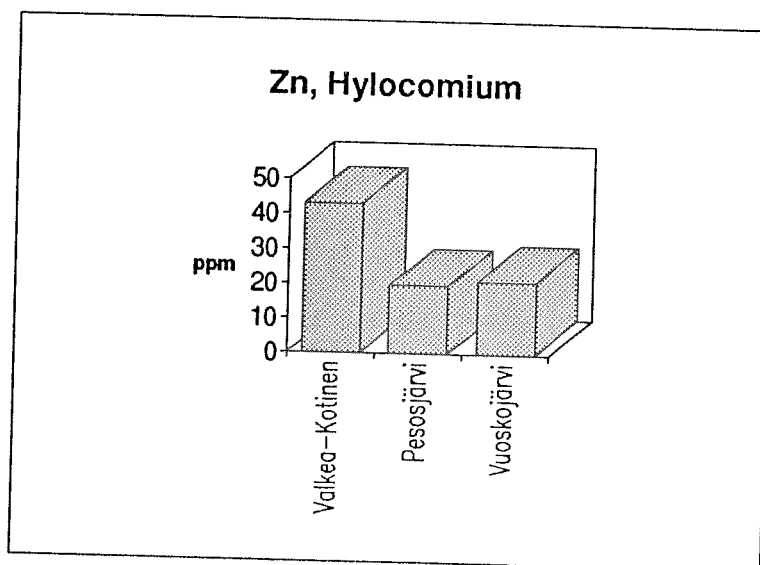
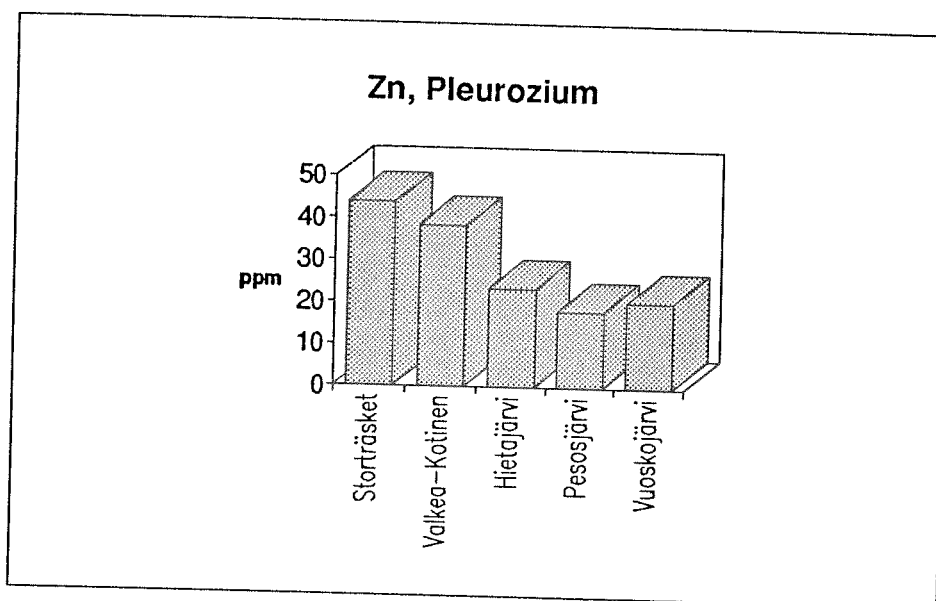
Kuva 16. Kromipitoisuudet (Cr) seinäsammalessa (*Pleurozium schreberi*) ja metsäkerrossammalessa (*Hylocomium splendens*) eri seuranta-alueilla.



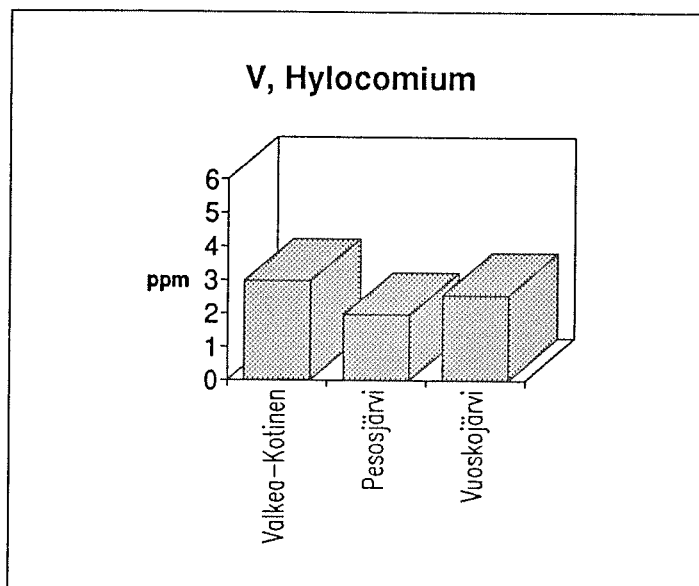
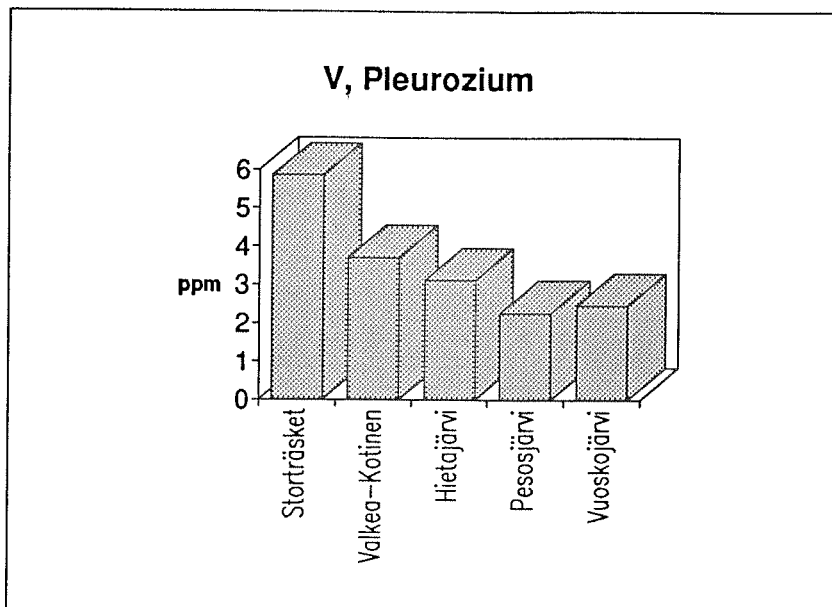
Kuva 17. Nikkelipitoisuudet (Ni) seinäsammalessa (*Pleurozium schreberi*) ja metsäkerrossammalessa (*Hylocomium splendens*) eri seuranta-alueilla.



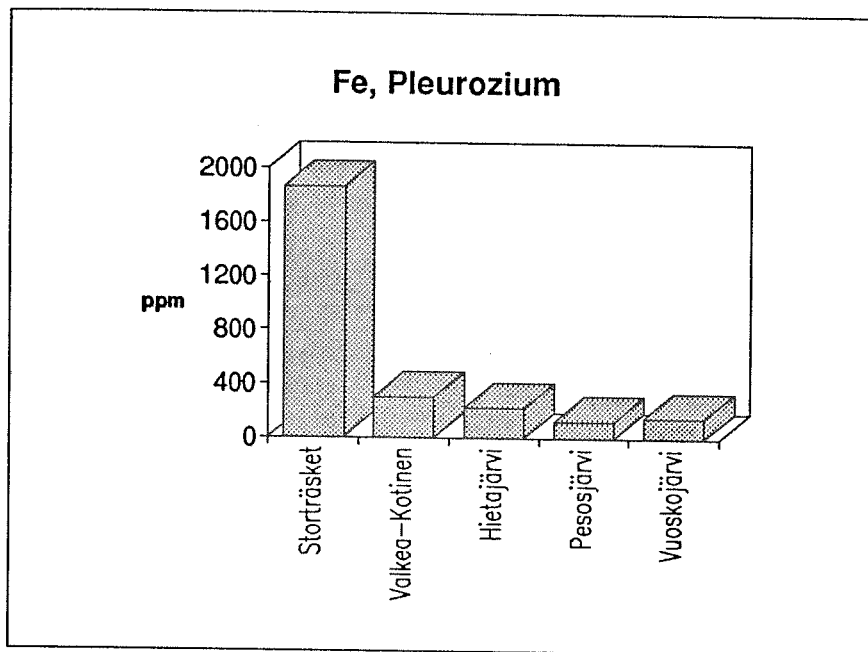
Kuva 18. Kuparipitoisuudet (Cu) seinäsammalessa (*Pleurozium schreberi*) ja metsäkerrossammalessa (*Hylocomium splendens*) eri seuranta-alueilla.



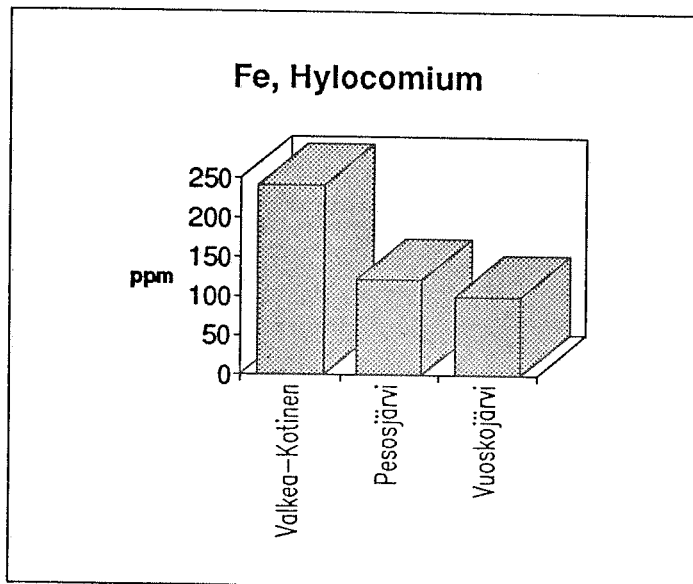
Kuva 19. Sinkkipitoisuudet (Zn) seinäsammalessa (*Pleurozium schreberi*) ja metsäkerrossammalessa (*Hylocomium splendens*) eri seuranta-alueilla.



Kuva 20. Vanadiinipitoisuudet (V) seinäsammalessa (*Pleurozium schreberi*) ja metsäkerrossamlalessa (*Hylocomium splendens*) eri seuranta-alueilla.



HUOM! KUVAT ERI MITTAKAAVASSA



Kuva 21. Rautapitoisuudet (Fe) seinäsammalessa (*Pleurozium schreberi*) ja metsäkerrossammalessa (*Hylocomium splendens*) eri seuranta-alueilla.

5 YHDENNETYN SEURANNAN YHTEYSHENKILÖT SUOMESSA

Bergström, Irina vanhempi tutkija	Vesi- ja ympäristöhallitus	Kansallinen kehittäminen ja koordinointi
Dahlbo, Kim vanhempi tutkija	Vesi- ja ympäristöhallitus	Ainetaselaskelmat, mallit
Forsius, Martin vanhempi tutkija	Vesi- ja ympäristöhallitus	Pintavesien vedenlaatu
Kleemola, Sirpa erikoissuunnittelija	Vesi- ja ympäristöhallitus	Kansainvälinen yhdennetyn seurannan tietorekisteri
Kokko, Aira tutkija	Vesi- ja ympäristöhallitus	Maaympäristön seuranta, yhteydet LUMO-hankkeeseen
Lepistö, Ahti vanhempi tutkija	Vesi- ja ympäristöhallitus	Virtaamat
Muurman, Jarmo vs.suunnittelija	Ympäristöministeriö	Ympäristöministeriön hankerahoitus, Itä-Eurooppa-yhteistyö
Mäkelä, Katariina tutkija	Vesi- ja ympäristöhallitus	Kasvillisuusseuranta
Ruoho-Airola, Tuija jaostopäällikkö	Ilmatieteen laitos	Laskeumien seuranta
Salonen, Kalevi dosentti	Helsingin yliopiston Lammin biologinen asema	Vesibiologinen seuranta
Sevola, Pertti tutkimuspäällikkö	Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri	Pohjaeläinseuranta
Sisula, Heikki ylitarkastaja	Ympäristöministeriö	Kansainväliset yhteydet
Starr, Michael erikoistutkija	Metsäntutkimuslaitos	Puusto ja maaperä
Söderman, Guy jaostopäällikkö	Vesi- ja ympäristöhallitus	Kansainvälinen ohjelmakeskus
Tuominen, Seppo vanhempi tutkija	Vesi- ja ympäristöhallitus	Kasvillisuuden seurantamenetelmien kehittäminen, kansallinen perustietorekisteri
Vanhala, Pekka tutkija	Vesi- ja ympäristöhallitus	Maaperän mikrobiologinen seuranta

6 JULKAISTUA JA RAPORTOITUA 1988-1992

- Airaksinen, O., Mäkelä, K. & Tuominen, S. 1988a. Aluskasvillisuuden ja puuston inventointi Kotisten yhdenntetyn seurannan alueella vuonna 1988. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston selvitys 70/1989.
- Airaksinen, O., Mäkelä, K. & Tuominen, S. 1988b. Metsäkasvillisuus ja puiden runkojen jäkälät Kotisten yhdenntetyn seurannan alueella vuonna 1988. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston selvitys 71/1988.
- Airaksinen, O., Mäkelä, K. & Tuominen, S. 1988c. Metsäkasvillisuus ja puiden runkojen jäkälät Kotisten yhdenntetyn seurannan alueella vuonna 1988. Liitteet. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston selvitys 71/1988.
- Airaksinen, O. & Mäkelä, K. 1990. Metsäkasvillisuus ja puiden runkojen jäkälät Kotisten yhdenntetyn seurannan alueella vuonna 1990. Käsikirjoitus. 15 s.+ liitteet. Ympäristöministeriö.
- Asp, M. 1991. Metsäkasvillisuus ja puiden runkojen jäkälät Vuoskojärven yhdenntetyn seurannan alueella vuonna 1991. Käsikirjoitus. 27 s.+liitteet. Vesi- ja ympäristöhallitus, luonnonsuojelututkimusyksikkö.
- Bergström, I. 1992. Ympäristön tilan yhdenntetty seuranta. Julkaisussa: Alasaarela, E. (toim.). Tutkimus ja seuranta ympäristöhallinnossa. Oulun vesistötutkimuspäivät 7.-8.4.1992. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja Nro 380.
- Holopainen, A-L., Huovinen, P., Huttunen, P. & Niinioja, R. 1991. Yhdenntetyn seurannan planktonitutkimukset Hietajärvellä vuonna 1990. Käsikirjoitus. Ympäristöministeriö.
- Juntto, S. 1991. Ympäristön yhdenntetty seuranta: Laskeuman laatu 1990. Moniste. Ilmatieteen laitos, ilmanlaatuosasto. Helsinki.
- Keskitalo, J. & Salonen, K. (eds.) 1992. Hydrobiological analyses in integrated environment monitoring. Field and laboratory manual. Draft. Helsinki.
- Keskitalo, J. & Salonen, K. 1991. Yhdenntetyn seurannan planktonitutkimukset Valkea-Kotisella vuonna 1990. Käsikirjoitus. Ympäristöministeriö.
- Keränen, S. 1990. Kasvisto ja kasvillisuus Pesosjärven yhdenntetyn seurannan alueella vuosina 1989 ja 1990. Käsikirjoitus. Vesi- ja ympäristöhallitus, luonnonsuojelututkimusyksikkö.
- Kokkonen, A. & Lehtelä, M. 1991. Hietajärven yhdenntetyn seurannan alueen kasvillisuus. Käsikirjoitus. Vesi- ja ympäristöhallitus, luonnonsuojelu-tutkimusyksikkö.
- Koskimies, P. 1988. Pesimälinnuston kartoitus yhdenntetyn seurannan alueilla 1987. Yhdenntetyn ympäristön seurannan raportti no. 2. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston sarja D/45/1988.
- Lindholm, T., Airaksinen, O., Mäkelä, K. & Tuominen, S. 1988. Kotisten yhdenntetyn seurannan alueen kasvillisuus. Yhdenntetyn ympäristön seurannan raportti no. 1. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston sarja D/44/1988.
- Nihlgård, B. & Pylvänäinen, M. (eds.) 1992. Evaluation of Integrated Monitoring in Terrestrial Reference Areas of Europe and North America. The Pilot Programme 1989-1991. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Pilot Programme on Integrated Monitoring of Pollution Effects on Ecosystems. Environment Data Centre. National Board of Waters and the Environment. Helsinki.
- Simola, H. 1988. Hietajärven yhdenntetyn seurannan alueen sedimenttitutkimus 1987. Yhdenntetyn ympäristön seurannan raportti no.3. Ympäristö-ministeriön ympäristönsuojeluosaston sarja D/46/1988.
- Söderman, G. 1991. 2 Annual Synoptic Report 1991. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Pilot Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. Environment Data Centre. National Board of Waters and the Environment. Helsinki.
- Tuominen, S. (ed.) (1992). Proposals to improve vegetation monitoring within the UN-ECE integrated monitoring programme on air pollution effects on ecosystems. Summary. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Fourth Meeting of the Programme Task Force on Integrated Monitoring, Helsinki, Finland, January 21st-23rd, 1992. Moniste. Vesi- ja ympäristöhallitus, luonnonsuojelututkimusyksikkö.

